HISTOIRE

DES

SCIENCES MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES.

HISTOIRE

DES

SCIENCES

MATHÉMATIQUES

ET PHYSIQUES,

PAR

M. MAXIMILIEN MARIE,

RÉPÉTITEUR DE MÉCANIQUE,
EXAMINATEUR D'ADMISSION A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

TOME XI.

DE FOURIER A ARAGO.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

—

1887

209-

TABLE DES MATIÈRES.

Quinzième Période.

Seizième Période.

QUINZIÈME PÉRIODE.

DE FOURIER né en 1768,
à ARAGO né en 1786.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
FOURIER	1768	1830
LEBON	1769	1804
CUVIER	1769	1832
HACHETTE	1769	1834
HUMBOLDT	1769	1859
SEEBECK	1770	1831
BRONGNIART	1770	1847
DESTIGNY	1770	1855
BICHAT	1771	1802
DE LABOULAYE-MARILLAC	1771	1824
DE REICHENBACH	1772	1826
BŒCKMANN	1773	1821
YOUNG	1773	1829
LANCRET	1774	1807
RIGAUD	1774	1839
BAILY	1774	1844
DUMÉRIL	1774	1860
BIOT	1774	1862
MALUS	1775	1812
AMPÈRE	1775	1836
PHILIPPE DE GIRARD	1775	1845
SOPHIE GERMAIN	1776	1831
MAJOU	1776	1837
DUTROCHET	1776	1847
CAGNIARD DE LA TOUR	1776	1859
BARLOW	1776	1862
SÉDILLOT	1777	1832
OURTOIS	1777	1838
RCET	1777	1844
ARRAQUE	1777	1850
TED	1777	1851

	Né en	Mort en
GAUSS	1777	1855
THÉNARD	1777	1857
POINSOT	1777	1859
HUMPHRY DAVY	1778	1829
DE CANDOLLE	1778	1841
GAY-LUSSAC	1778	1850
BERZÉLIUS	1779	1848
SCHWEIGGER	1779	1857
SCHUMACKER	1780	1850
CRELLE	1780	1855
POISSON	1781	1840
PLANA	1781	1864
BREWSTER	1781	1868
DIESTERWEG	1782	1835
BERNOULLI (CHRISTOPHE)	1782	1863
OPPIKOFER	1783	
CRIVELLI	1783	1829
HANSTEEN	1784	
BESSEL	1784	1846
DUPIN	1784	1873
NAVIER	1785	1836
DULONG	1785	1838
HALDAT DU LYS	1785	1852
BRIANCHON	1785	
FÉRUSSAC	1786	1836
AMICI	1786	
PROUT	1786	1850

QUINZIÈME PÉRIODE.

Les hommes les plus éminents de cette période sont Fourier et Gauss pour l'Analyse; Poinsot pour la Mécanique; Young, Biot et Malus pour l'Optique; Ampère pour l'Électricité; Humphry Davy, Thénard, Gay-Lussac, Berzélius et Dulong pour la Chimie et différentes branches de la Physique; enfin Cuvier pour l'Histoire naturelle. Mais la Science s'y enrichit de plus de faits que la méthode n'y acquiert de développements; c'est pourquoi notre analyse générale se réduira à fort peu de mots.

La découverte du phénomène des interférences par Young et celle, par Malus, d'un grand nombre de circonstances encore inconnues où se produit la polarisation de la lumière ont, sans doute, une grande importance, mais la théorie de ces phénomènes ne peut être abordée ici : elle résultera de la conception de Fresnel.

Ampère et Cuvier peuvent être regardés, l'un comme le plus grand physicien et l'autre comme le plus grand naturaliste qui aient existé : nous leur consacrerons des notices étendues.

Humphry Davy, Thénard, Gay-Lussac, Berzélius et Dulong ont enrichi la Science d'une quantité énorme de faits nouveaux, mais ils n'ont apporté aucune doctrine nouvelle.

Resteraient Fourier et Gauss : nous rendrons compte du principal ouvrage de chacun d'eux.

Nous nous bornerons ici à mentionner le fait auquel nous avons précédemment fait allusion, que, en raison de l'hypothèse admise par Fourier, l'échange de chaleur entre divers corps ne dépendant que des différences qu'ils présentent dans leurs températures, les équations thermologiques doivent être telles que, si le zéro de l'échelle thermométrique n'a pas été assigné, il soit possible d'ajouter un même nombre quelconque de degrés à toutes les températures qui y entrent, sans que ces équations cessent d'être satisfaites.

Progrès de l'Arithmétique.

Gauss fonde la théorie des congruences et étend considérablement la théorie des nombres.

Progrès de l'Algèbre.

Gauss démontre que toute fonction rationnelle et entière d'une variable est décomposable en facteurs réels du premier ou du second degré; il ramène à des équations du second degré les équations binomes où l'exposant de l'inconnue est un nombre premier de la forme $2^n + 1$. Budan donne, pour séparer les racines, supposées toutes réelles, d'une équation algébrique, un moyen simple, fondé sur la considération de la suite des dérivées du

premier membre, et il étend son théorème au cas où l'équation a des racines imaginaires, sans cependant résoudre les plus grandes difficultés que présente ce cas. Fourier annonce sans démonstration que l'on peut dans ce cas procéder au développement des racines réelles en fractions continues et que la séparation se fera d'elle-même. Ce théorème a été démontré plus tard par M. Vincent.

Progrès de l'Analyse.

Fourier soumet à l'Analyse le problème de la propagation de la chaleur dans les corps continus. Il établit une formule pour le développement en série d'une fonction quelconque.

Progrès de la Géométrie.

Hachette étend à toutes les surfaces du second ordre la détermination de leurs sections circulaires, aperçues par d'Alembert dans l'ellipsoïde. Poinsot interprète les solutions étrangères de l'équation du problème d'Archimède, de diviser un hémisphère en raison donnée, par la considération des segments interceptés dans l'hyperboloïde de révolution à deux nappes, et équilatère, tangent à la sphère aux extrémités du diamètre perpendiculaire à la direction du plan sécant. Dupin imagine l'indicatrice. Brianchon démontre que les diagonales d'un hexagone circonscrit à une conique concourent en un même point. Gauss démontre la possibilité d'inscrire dans le cercle, à l'aide seulement de la règle

et du compas, les polygones réguliers dont les côtés ont leur nombre compris dans la formule $2^n + 1$.

Progrès de la Mécanique.

Poinsot substitue la considération des couples à celle des moments; il complète la théorie géométrique de la rotation d'un corps solide et découvre la formule géométrique de la loi du mouvement d'un solide abandonné à lui-même.

Progrès de l'Astronomie.

Gauss donne des méthodes neuves et expéditives pour la détermination des éléments des planètes et des comètes, au moyen du nombre minimum d'observations.

Progrès de la Physique.

Seebeck découvre le principe de la pile thermo-électrique; il compare les pouvoirs calorifiques des différents rayons du spectre. Young découvre la théorie des phénomènes d'interférence et d'irisation. Malus constate et observe la polarisation de la lumière dans une foule de circonstances inconnues jusqu'alors. Œrsted découvre l'action des courants sur les aimants. Ampère découvre les actions mutuelles des courants et ramène bientôt après à ces

actions tous les phénomènes de magnétisme. Cagniard de la Tour imagine sa sirène, pour compter le nombre des vibrations correspondant à chaque son. Gauss invente son héliomètre. Gay-Lussac établit la loi de la dilatation des gaz sous l'influence de la chaleur. Schweigger invente le multiplicateur électromagnétique. Brewster imagine le stéréoscope. Dulong étudie les lois du refroidissement.

Progrès de la Chimie.

Thénard découvre l'eau oxygénée, le bore (avec Gay-Lussac) et isole, à l'aide de réactions chimiques, le potassium et le sodium, qu'il apprend ainsi à préparer en grand (en collaboration avec Gay Lussac). Œrsted assimile les terres aux alcalis, la silice aux acides et les verres à des sels. Courtois découvre l'iode. Gay-Lussac découvre la loi des équivalents chimiques, sous la forme des volumes en rapports simples. Davy découvre les phénomènes de décomposition par la pile; il isole le potassium et le sodium; il range le chlore parmi les corps simples et découvre peu après le fluor. Berzélius constate que, dans les décompositions par la pile, les acides et l'oxygène se rendent au pôle positif, les alcalis et les métaux au pôle négatif; il range en conséquence tous les corps en électro-positifs ou négatifs les uns par rapport aux autres. Il isole le calcium, le baryum, le strontium, le tantale, le silicium, le vanadium et le zirconium; il découvre le selenium et le thorium. Dulong découvre le chlorure d'azote et l'acide hypophosphoreux.

Progrès de la Géologie.

Cuvier et Brongniart font une étude complète du bassin de la Seine, aux environs de Paris, et fondent la méthode à suivre dans les recherches géologiques.

Progrès de l'Histoire naturelle.

Cuvier établit entre les organes des animaux des relations de forme qui lui permettent de reconstituer entièrement des espèces perdues, à l'aide de simples fragments de leur charpente osseuse.

Progrès de l'Industrie.

Lebon imagine l'éclairage au gaz. Philippe de Girard construit une machine pour la filature du lin. Thénard prépare le bleu à base de cobalt, imagine les procédés d'épuration des huiles pour l'éclairage, invente avec Roard un procédé ingénieux pour la fabrication de la céruse, et avec d'Arcet un mastic hydrofuge pour les peintures murales. Labarraque reconnaît les propriétés désinfectantes des chlorures et principalement du chlorure de soude. D'Arcet perfectionne la savonnerie et l'affinage des métaux. Davy imagine la lampe de sûreté. Crivelli emploie les poudres fulminantes comme amorces pour les armes à feu.

Progrès de la Physiologie.

Young constate dans l'œil la faculté de se déformer de façon que l'image de l'objet visé se fasse toujours nettement sur la rétine, quelle que soit la distance de cet objet. Duméril assimile la tête des animaux à une vertèbre. Dutrochet découvre les phénomènes d'endosmose, de Candolle observe dans les plantes les phénomènes qui correspondent au sommeil et à la veille chez les animaux.

BIOGRAPHIE

DES

SAVANTS DE LA QUINZIÈME PÉRIODE

ET

ANALYSE DE LEURS TRAVAUX.

FOURIER (JEAN-BAPTISTE-JOSEPH, BARON).

(Né à Auxerre en 1768, mort à Paris en 1830.)

M. Duché, docteur à Ouaine, qui a consacré une très intéressante notice biographique à Fourier, nous fournit sur sa jeunesse les détails suivants : « Son père était simple tailleur et sa famille originaire de Lorraine. Il comptait parmi ses ascendants un personnage considérable au XVIIe siècle, Pierre Fourier, chef et réformateur des chanoines réguliers de la congrégation de Notre-Dame. La vie de ce révérend Père a été écrite par le chanoine Jean Bédel, en 1866. Notre Fourier devint orphelin de bonne heure, et ses parents, morts pauvres, ne lui laissèrent en perspective que la misère. Il n'avait guère que huit ans, lorsqu'il fut recueilli par l'organiste Pallais, maître de musique à la cathédrale d'Auxerre et directeur d'un pensionnat secondaire. Il en reçut les premiers éléments du français et du latin. Ses heureuses dispositions le firent remarquer, et, à la recommandation d'une bonne dame de la ville, l'évêque le fit admettre

à l'école militaire d'Auxerre, alors sous la direction des bénédictins de la congrégation de Saint-Maur. Fourier s'y distingua par l'heureuse facilité et la vivacité de son esprit. Il était toujours à la tête de sa classe, et cela presque sans efforts et sans que les jeux perdissent rien à ses succès; mais, quand il arriva aux Mathématiques, il se fit en lui un subit changement. Il devint appliqué et se livra à l'étude avec un zèle et une constance remarquables. Pendant la journée, il faisait une ample provision de bouts de chandelle, à l'insu de ses maîtres et de ses camarades, et, à la nuit, quand tout le monde dormait, il se réveillait, descendait sans bruit dans la salle d'étude, s'enfermait dans une armoire, allumait ses bouts de chandelle et, là, passait de longues heures sur des problèmes de Mathématiques. »

Ne pouvant entrer dans les armes spéciales, génie ou artillerie, qui étaient alors réservées à la noblesse, Fourier prit l'habit de novice à l'abbaye de Saint-Benoît-sur-Loire, qu'il quitta dès les premières lueurs de la Révolution, pour occuper la chaire de Mathématiques dans l'école même où il avait été élevé.

Il vint à Paris à la fin de 1789 pour lire à l'Académie des Sciences son premier *Mémoire* sur la résolution des équations numériques, question qui l'a depuis occupé toute sa vie, et sur laquelle il a répandu tant de lumière.

Il avait embrassé avec enthousiasme les principes de la Révolution, et, à son retour à Auxerre, il prit une part active aux événements; il exerçait un ascendant presque irrésistible sur la Société populaire de sa ville natale. A sa voix éloquente, le contingent assigné au chef-lieu de l'Yonne dans la levée de 300,000 hommes, se forma dans l'enceinte même de l'assemblée, et partit aussitôt pour la frontière.

La Terreur n'avait pas refroidi l'ardeur de ses sentiments républicains; mais, pendant cette douloureuse période, Fourier, loin de se laisser aller aux entraînements du moment, employa son énergie à sauver quelques victimes. Il prêta, devant le tribunal révolutionnaire, le secours de son talent à la mère de celui qui devait être le maréchal Davout, et la fit absoudre. Il eut l'audace d'enfermer dans son auberge, à Tonnerre, un agent du comité de Salut public, pour pouvoir faire évader un citoyen honorable qu'on allait arrêter, et eut le talent de faire passer pour fou et révoquer un commissaire dont les excès allaient déshonorer la République.

Cependant, la réaction thermidorienne menaça de l'envelopper dans ses proscriptions : Fourier échappa en rentrant dans sa sphère naturelle. La Convention venait de décréter la création de l'École Normale, dont le noyau devait être formé de citoyens de tout âge désignés par les chefs-lieux de districts. Fourier, en défaveur à Auxerre, fut élu par le district de Saint-Florentin. Il fut aussitôt nommé maître de conférences ; mais l'École, comme on sait, périt bientôt *de froid, de misère et de faim.* Fourier, toutefois, avait eu le temps de s'y faire remarquer; aussi fut-il appelé par Monge à l'École Polytechnique, dès sa fondation. Il n'y entra d'abord que comme simple surveillant des leçons de fortification; mais il fut bientôt après chargé du cours d'Analyse, qu'il a professé avec un éclat dont le souvenir s'est longtemps perpétué à l'École.

En 1798, Fourier résigna ses fonctions de professeur pour suivre Monge et Berthollet en Égypte. Le hasard le plaça sur le bâtiment qui portait Kléber, et les liens d'une amitié inaltérable se formèrent aussitôt entre eux. « Cette amitié, dit

Arago, n'a pas été sans influence sur les quelques événements heureux qui suivirent d'abord le départ de Napoléon. »

Nommé membre de l'Institut d'Égypte à sa création, Fourier fut aussitôt appelé par l'unanimité de ses collègues à la place de secrétaire perpétuel et prit la part la plus active à tous les travaux de la nouvelle Académie des Sciences. La *Décade* et le *Courrier de l'Egypte* contiennent de lui : un *Mémoire sur la résolution générale des équations algébriques*, des *Recherches sur les méthodes d'élimination*, la *Démonstration d'un nouveau théorème d'algèbre*, un *Mémoire sur l'analyse indéterminée*, des *Études sur la mécanique générale*, un grand nombre de *Mémoires* sur les monuments anciens de l'Égypte; sur les oasis; sur les recherches statistiques à entreprendre; sur les explorations à tenter; enfin, des études historiques sur les révolutions de l'Égypte. En même temps, Fourier participait avec ses collègues à l'établissement des fabriques d'acier, d'armes, de poudre, de draps, de machines de toutes sortes, que notre armée eut à improviser en quelque sorte dans ces contrées si éloignées de la mère patrie.

Commissaire français auprès du divan du Caire, Fourier, par son aménité et son esprit de justice, prit bientôt sur la population indigène un ascendant incroyable, où le général en chef puisa souvent d'utiles secours. Les missions diplomatiques dont il fut chargé à plusieurs reprises ne lui font pas moins d'honneur : c'est lui qui conclut avec Sitty Nifiçah le traité d'alliance offensive et défensive qui liait Mourad-Bey aux destinées de la France; c'est aussi lui qui dicta aux révoltés du Caire, au milieu de la mêlée, les conditions de leur reddition.

L'armée française, saisie de stupeur par l'assassinat de Kléber,

voulut donner aux funérailles de son général une solennité inusitée. Ce fut Fourier qui fut chargé de la périlleuse mission d'opposer au fanatisme musulman la glorification du nom français. Peu de temps après, il célébrait, devant l'armée française et la population du Caire, les vertus de Desaix, à qui les Égyptiens avaient donné le glorieux surnom de *Sultan juste*.

Fourier ne quitta l'Égypte qu'après la capitulation signée par le général Menou. Il avait eu l'idée de rassembler dans une grande publication tous les documents recueillis par l'expédition. Ses collègues de l'Institut du Caire le désignèrent pour présider à la réunion des éléments de ce grand ouvrage et en rédiger le discours préliminaire.

Nommé préfet de l'Isère en janvier 1802, Fourier conserva cette place jusqu'en janvier 1815; il s'occupa d'abord de rapprocher les différents partis, et se fit bientôt après le promoteur et le directeur de la vaste entreprise du dessèchement des marais de Bourgoin, qui rendit la santé aux habitants de plus de quarante communes, en donnant en même temps de nouvelles terres à l'agriculture.

Ses fonctions administratives ne le détournaient pas entièrement de sa première voie : c'est de Grenoble, en effet, qu'il dirigea la publication du *Mémorial de l'expédition d'Égypte*; et c'est là aussi que, au milieu des occupations de sa charge, il jeta les premières bases du grand et bel ouvrage sur la *Théorie de la chaleur*, qui rendra son nom immortel. Il avait déjà, dans un intéressant *Mémoire* publié en 1807, démontré, comme conséquence de l'équilibre de température qui s'établit entre tous les corps compris dans une même enceinte, la loi de propor-

tionnalité de la quantité de chaleur émise par un même élément de surface au sinus de l'angle d'émission.

L'Académie des Sciences, espérant le fixer à cet ordre de recherches, proposa, comme sujet du grand prix de Mathématiques, pour 1812, la détermination des lois de la propagation de la chaleur dans les solides. Fourier concourut en effet, et obtint le prix.

Il a complété depuis sa théorie par de nouveaux *Mémoires* relatifs à la température des parties internes de notre globe, à la déperdition lente de la chaleur terrestre par rayonnement et à la comparaison des effets sensibles pour nous de la chaleur solaire et de la chaleur interne.

Après avoir mis hors de doute l'extrême élévation de la température du centre de la terre, il démontra qu'elle reste toutefois sans influence sensible sur l'état calorifique désormais stationnaire de la croûte solide qui nous supporte.

Enfin, étendant ses recherches jusqu'aux espaces célestes, il crut pouvoir leur assigner une température comprise entre 50 et 60 degrés au-dessous de zéro. Ces résultats n'ont pas été contredits depuis, mais ils n'ont pas été non plus confirmés.

La première Restauration avait laissé Fourier à la tête du département de l'Isère, qu'il administrait encore au retour de Napoléon. Il tenta, dans une proclamation, d'arrêter la marche de l'empereur sur Grenoble et d'empêcher son entrée dans cette ville; néanmoins, l'administration des Cent-Jours lui confia la préfecture du Rhône, qu'il ne conserva toutefois que jusqu'au 1er mai. La seconde Restauration le trouva à Paris, sans emploi et prêt à reprendre son premier métier de professeur. La réaction le désignait déjà sous le nom de Labédoyère civil. M. de Chabrol,

alors préfet de la Seine, s'honora en intervenant en faveur de son ancien professeur à l'École Polytechnique. Il créa pour lui la direction du bureau de statistique et lui fit allouer 6,000 francs d'appointements.

Sa première élection à l'Académie des Sciences, en 1816, ne fut pas confirmée par Louis XVIII; réélu l'année suivante, il finit par être accepté, et, bientôt après, devint secrétaire perpétuel de l'illustre compagnie, pour les sections de Mathématiques et de Physique. Cuvier était son collègue pour la section des Sciences naturelles. Les éloges que Fourier dut prononcer comme secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences le désignèrent pour un fauteuil à l'Académie Française : il y remplaça Lemontey en 1827. Il était déjà membre de la Société royale de Londres.

Fourier passa les dernières années de sa vie entièrement livré à la Science et à ses devoirs d'académicien. Il avait déjà ressenti en Égypte et dans l'Isère quelques atteintes d'un anévrisme; une chute qu'il fit, le 4 mai 1830, accéléra les progrès de la maladie, et il s'éteignit quelques jours après. Il avait la manie de se couvrir extrêmement, même au cœur de l'été, et d'entretenir dans ses appartements une température excessive de près de 30 degrés. Ces habitudes ont probablement hâté sa fin.

La ville d'Auxerre, sur l'initiative d'un Auxerrois admirateur de son travail sur l'Égypte, lui a fait ériger une statue fort belle, œuvre d'un jeune sculpteur auxerrois nommé Faillot. L'inauguration eut lieu le 4 mai 1849. Le célèbre chirurgien Roux, aussi d'Auxerre, vint y prononcer un discours au nom de l'Académie des Sciences.

C'est à Fourier que la France doit Champollion, qu'il a enlevé

à la conscription, au plus fort des guerres de l'Empire, pour le laisser à ses études.

Outre les ouvrages déjà cités, on doit à Fourier : *Mémoire sur la statistique* (t. II du *Journal de l'École Polytechnique*); *Rapport sur les établissements appelés tontines* (1821); *Rapports sur les progrès des sciences mathématiques* (1822-1829); *Éloges de Delambre, de W. Herschell, de Bréguet, de Charles* (1823-1826); *Recherches statistiques sur la ville de Paris*, ouvrage publié sous les auspices du préfet de la Seine, et un grand nombre de biographies de géomètres, publiées dans la *Biographie Michaud.* Nous mentionnons spécialement de nouveaux *Mémoires sur la théorie du mouvement de la chaleur*, insérés dans les publications de l'Institut; son *Mémoire sur la résolution générale des équations algébriques*, présenté à l'Institut d'Égypte, et son *Analyse des équations déterminées*, ouvrage posthume publié en 1831, par les soins de Navier, d'après les papiers que l'auteur avait laissés.

La *Théorie de la chaleur* de Fourier est une œuvre de premier ordre, où brillent les plus hautes qualités de l'esprit, une pénétration profonde dans l'invention des formes analytiques propres à la traduction des relations concrètes, et une grande habileté à créer de nouvelles ressources algébriques pour des questions nouvelles. Cette théorie, qui a pris naissance avec Fourier, est, au reste, sortie de ses mains à l'état de Science faite, à laquelle de nouveaux chapitres pouvaient seulement être ajoutés, sans que ce qui était déjà fait pût comporter de nouvelles retouches.

Toutefois, il y aura peut-être lieu de restreindre, pour les températures extrêmes, l'intervalle où les théorèmes de Fourier seraient applicables.

Fourier part de ce principe incontestable que le flux différentiel de calorique entre deux molécules infiniment voisines est proportionnel à la différence infiniment petite des températures de ces deux molécules; mais dans ses intégrations, il opère comme si la proportion, pour une même différence infiniment petite de température, ne dépendait pas de la température commune. Or, c'est là une hypothèse, et si l'expérience la contredisait, il faudrait substituer un coefficient variable au coefficient supposé constant par Fourier, ou, ce qui revient au même, n'appliquer les formules que dans des intervalles tels que ce coefficient n'eût pas pu changer sensiblement de valeur.

Pour n'avoir pas autant d'ampleur, les recherches de Fourier sur l'analyse des équations algébriques n'en ont pas moins d'importance. En élargissant la voie dans laquelle on avait marché jusque là, et dont Lagrange semblait avoir marqué le terme, elles ont, pour ainsi dire, eu pour conséquence forcée l'invention du beau théorème dû à Sturm.

Budan avait, en 1807, donné une méthode pour séparer les racines d'une équation algébrique sans recourir à l'équation aux carrés des différences, lorsque ces racines seraient toutes réelles, et il avait, en 1811, démontré que cette même méthode s'appliquerait encore lorsque l'équation proposée aurait des racines imaginaires; mais c'est à Fourier que l'on doit d'avoir mis le fait complètement hors de doute. On sait que le théorème de Budan consiste en ce que le nombre des racines réelles d'une équation, comprises entre deux nombres a et b, ne peut pas surpasser le nombre des variations perdues en passant de la suite des valeurs des dérivées du premier membre de l'équation, pour $x=a$, à celle des valeurs de ces mêmes dérivées pour $x=b$, et que, s'il y

a une différence, cette différence est toujours un nombre pair. Fourier a donné de ce théorème une nouvelle démonstration plus claire et dont l'entière analogie avec celle que Sturm a donnée du sien, indique une filiation nécessaire entre les deux progrès obtenus; Sturm, au reste, n'a jamais refusé à Fourier la part qui pouvait lui revenir dans sa propre invention, dont nous ne songeons aucunement à diminuer la valeur par un rapprochement qu'il n'était pas possible de ne pas faire.

L'analyse mathématique doit à Fourier la découverte de la formule connue sous le nom de *série de Fourier*, qui permet de développer toute fonction quelconque analytique ou concrète, continue ou discontinue, variable suivant des lois quelconques dans certains intervalles, constante dans d'autres, etc., en une suite infinie de termes formés des sinus et des cosinus des multiples de la variable; Daniel Bernoulli, Euler et Lagrange avaient déjà entrevu la possibilité d'un pareil développement, mais c'est à Fourier que l'on doit de l'avoir réalisé d'une manière pratique. La *série de Fourier* rend aujourd'hui les plus grands services dans toutes les recherches relatives aux questions de Physique mathématique.

THÉORIE ANALYTIQUE DE LA CHALEUR.

Fourier expose admirablement l'objet de son ouvrage : « Les effets de la chaleur sont assujettis à des lois constantes que l'on ne peut découvrir sans le secours de l'analyse mathématique. La Théorie que nous allons exposer a pour objet de démontrer ces lois ; elle réduit toutes les recherches physiques, sur la propa-

gation de la chaleur, à des questions de Calcul intégral dont les éléments sont donnés par l'expérience...

« Lorsque la chaleur est inégalement distribuée entre les différents points d'une masse solide, elle tend à se mettre en équilibre, et passe lentement des parties plus échauffées dans celles qui le sont moins; en même temps elle se dissipe par la surface, et se perd dans le milieu ou dans le vide. Cette tendance à une distribution uniforme, et cette émission spontanée qui s'opère à la surface des corps, changent continuellement la température des différents points. La question de la propagation de la chaleur consiste à déterminer quelle est la température de chaque point d'un corps à un instant donné, en supposant que les températures initiales soient connues. Les exemples suivants feront connaître plus clairement la nature de ces questions.

« Si l'on expose à l'action durable et uniforme d'un foyer de chaleur une même partie d'un anneau métallique, d'un grand diamètre, les molécules les plus voisines du foyer s'échaufferont les premières, et, après un certain temps, chaque point du solide aura acquis presque entièrement la plus haute température à laquelle il puisse parvenir. Cette limite ou maximum de température n'est pas la même pour les différents points; elle est d'autant moindre qu'ils sont plus éloignés de celui où le foyer est immédiatement appliqué.

« Lorsque les températures sont devenues permanentes, le foyer transmet, à chaque instant, une quantité de chaleur qui compense exactement celle qui se dissipe par tous les points de la surface extérieure de l'anneau.

« Si maintenant on supprime le foyer, la chaleur continuera

de se propager dans l'intérieur du solide, mais celle qui se perd dans le milieu ou dans le vide ne sera plus compensée comme auparavant par le produit du foyer, en sorte que toutes les températures varieront et diminueront sans cesse, jusqu'à ce qu'elles soient devenues égales à celles du milieu environnant.

« Pendant que les températures sont permanentes et que le foyer subsiste, si l'on élève, en chaque point de la circonférence moyenne de l'anneau, une ordonnée perpendiculaire aux faces de l'anneau, et dont la longueur soit proportionnelle à la température fixe de ce point, la ligne courbe qui passerait par les extrémités de ces ordonnées représentera l'état permanent des températures, et il est très facile de déterminer par le calcul la nature de cette ligne. Il faut remarquer que l'on suppose à l'anneau une épaisseur assez petite pour que tous les points d'une même section perpendiculaire à la circonférence moyenne aient des températures sensiblement égales.

« Lorsqu'on aura enlevé le foyer, la ligne qui termine les ordonnées proportionnelles aux températures des différents points, changera continuellement de forme, la question consiste à exprimer, par une équation, la forme variable de cette courbe, et à comprendre ainsi dans une seule formule tous les états successifs du solide.

« Soit z la température fixe d'un point m de la circonférence moyenne, x la distance de ce point au foyer, c'est-à-dire la longueur de l'arc de la circonférence moyenne compris entre le point m et le point o, qui correspond à la position du foyer ; z est la plus haute température que le point m puisse acquérir en vertu de l'action constante du foyer, et cette température permanente z est une fonction $f(x)$ de la distance x. La première partie

de la question consiste à déterminer la fonction $f(x)$ qui représente l'état permanent du solide.

« On considérera ensuite l'état variable qui succède au précédent, aussitôt que l'on a éloigné le foyer ; on désignera par t le temps écoulé depuis cette suppression du foyer, et par v la valeur de la température du point m après le temps t. La quantité v sera une certaine fonction $F(x, t)$ de la distance x et du temps t ; l'objet de la question est de découvrir cette fonction $F(x, t)$ dont on ne connaît encore que la valeur initiale qui est $f(x)$, en sorte que l'on doit avoir l'équation de condition $f(x) = F(x, o)$.

« Si l'on place une masse solide homogène, de forme sphérique ou cubique, dans un milieu entretenu à une température constante, et qu'elle y demeure très longtemps plongée, elle acquerra dans tous ses points une température très peu différente de celle du fluide. Supposons qu'on l'en retire pour la transporter dans un milieu plus froid, la chaleur commencera à se dissiper par la surface...

« Si la masse est sphérique, et que l'on désigne par x la distance d'un point m de cette masse au centre de la sphère, par t le temps écoulé depuis le commencement du refroidissement, et par v la température variable du point m, il est facile de voir que tous les points placés à la même distance x du centre ont la même température v. Cette quantité v est une certaine fonction $F(x, t)$ du rayon x et du temps écoulé t ; elle doit être telle qu'elle devienne constante, quelle que soit la valeur de x, lorsqu'on suppose celle de t nulle... La question consiste à découvrir la fonction de x et de t qui exprime la valeur de v...

« Si la masse échauffée est de forme cubique, et si l'on détermine la position de chaque point m par trois coordonnées rectangu-

laires x, y, z, en prenant pour origine le centre du cube, et pour axes les lignes perpendiculaires aux faces, on voit que la température v du point m, après le temps écoulé t, est une fonction des quatre variables x, y, z, t...

« Examinons aussi le cas où un prisme rectangulaire d'une assez grande épaisseur et d'une longueur infinie, étant assujetti, par son extrémité, à une température constante, pendant que l'air environnant conserve une température moindre, est enfin parvenu à un état fixe qu'il s'agit de connaître. Tous les points de la section extrême qui sert de base au prisme ont, par hypothèse, une température commune et permanente. Il n'en est pas de même d'une section éloignée du foyer ; chacun des points de cette surface rectangulaire, parallèle à la base, a acquis une température fixe, mais qui n'est pas la même pour les différents points d'une même section, et qui doit être moindre pour les points les plus voisins de la surface exposée à l'air... La question consiste à déterminer la température permanente d'un point donné du solide... »

Fourier déterminera aussi, dans chaque cas, la quantité de chaleur qui, à une époque t, traverse une tranche donnée du solide, ou sa surface extérieure.

« Les exemples précédents suffisent pour donner une idée exacte des diverses questions que nous avons traitées. »

. . . .

« Les équations générales de la propagation de la chaleur sont aux différences partielles, et, quoique la forme en soit très simple, les méthodes connues ne fournissent aucun moyen général de les intégrer ; on ne pourrait donc pas en déduire les valeurs des températures après un temps déterminé. Cette interprétation numé-

rique des résultats du calcul est cependant nécessaire... On peut dire que tant qu'on n'a pas obtenu ce degré de perfection, les solutions demeurent incomplètes ou inutiles, et que la vérité qu'on se proposait de découvrir n'est pas moins cachée dans les formules d'analyse, qu'elle ne l'était dans la question physique elle-même. Nous nous sommes attachés avec beaucoup de soin et nous sommes parvenus à surmonter cette difficulté dans toutes les questions que nous avons traitées, et qui contiennent les éléments principaux de la Théorie de la chaleur. Il n'y a aucune de ces questions dont la solution ne fournisse des moyens commodes et exacts de trouver les valeurs numériques des températures acquises, ou celles des quantités de chaleur écoulées, lorsqu'on connaît les valeurs du temps et celles des coordonnées variables. Ainsi l'on ne donnera pas seulement les équations différentielles auxquelles doivent satisfaire les fonctions qui expriment les valeurs des températures ; on donnera ces fonctions elles-mêmes sous une forme qui facilite les applications numériques.

« Pour que ces solutions fussent générales et qu'elles eussent une étendue équivalente à celle de la question, il était nécessaire qu'elles pussent convenir avec l'état initial des températures, qui est arbitraire. L'examen de cette condition fait connaître que l'on peut développer en séries convergentes ou exprimer par des intégrales définies, les fonctions qui ne sont point assujetties à une loi constante, et qui représentent les ordonnées des lignes irrégulières ou discontinues. Cette propriété jette un nouveau jour sur la Théorie des équations aux différences partielles, et étend l'usage des fonctions arbitraires en les soumettant aux procédés ordinaires de l'Analyse. »

Nous indiquerons plus loin, en peu de mots, les admirables

solutions que Fourier a données des belles questions que nous venons d'énumérer. Nous croyons devoir, au moins, établir, avec les développements nécessaires, la base générale et commune de ces solutions, c'est-à-dire l'équation générale des phénomènes thermiques, ou de *la propagation de la chaleur dans les corps solides* [1].

Fourier n'y parvient que dans la 134e page de son Ouvrage, après avoir assuré les bases de son analyse au moyen d'un grand nombre de théorèmes soigneusement établis, mais dont le lecteur ne voit pas d'abord l'utilité, malgré l'intérêt qu'ils présentent. Nous avons préféré aller de suite au but, sauf à reprendre à part les questions les plus élémentaires, ce qui nous permettra d'abord d'abréger singulièrement l'exposition et, surtout, d'éviter au lecteur la fatigue d'une longue route parcourue à la manière euclidienne.

Supposons que les différents points d'un solide homogène, d'une forme quelconque, aient reçu des températures initiales qui varient successivement par l'effet de l'action mutuelle des molécules et que l'équation

$$v = f(x, y, z, t)$$

donne à chaque instant t la température de la molécule située au point x, y, z : la fonction v satisfera à l'équation

$$\frac{dv}{dt} = \frac{K}{C.D}\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right),$$

[1] Cette équation ne conviendrait pas à une masse fluide, où les mouvements intérieurs, produits par les inégalités de température entre les parties, changent considérablement les lois de la transmission et de la répartition de la chaleur.

dans laquelle D est la densité du solide, C sa capacité calorifique, et K sa conductibilité.

Tel est le théorème général qu'il s'agit d'établir.

Le mode de démonstration est analogue à celui qu'on emploie pour parvenir à l'équation de continuité en hydrodynamique : le solide est décomposé en molécules ayant la forme de parallélipipèdes rectangles, dont les faces sont parallèles aux plans de coordonnées et dont les arêtes sont dx, dy et dz; dv, dans le premier membre de l'équation, représente l'accroissement de température du petit parallélipipède, dans le temps dt. Pour obtenir l'expression de dv, il suffit de diviser la quantité de chaleur qui aura pénétré dans le parallélipipède, pendant le temps dt, par le poids de ce parallélipipède $D.dx.dy.dz$ et par sa capacité calorifique C; c'est ce quotient qu'exprime le second membre.

Soit, à l'époque t, v la température du point x, y, z, ou plutôt la température moyenne de chacune des trois faces du petit parallélipipède qui se croisent au point x, y, z; les températures au même instant des trois autres faces seront respectivement

$$v + \frac{dv}{dx}dx, \quad v + \frac{dv}{dy}dy \quad \text{et} \quad v + \frac{dv}{dz}dz.$$

Cela posé, considérons en particulier les deux faces perpendiculaires à l'axe des z et cherchons à exprimer la quantité de chaleur qui entre par l'une et celle qui sort par l'autre, dans le temps dt.

La première est représentée par

$$-\mathrm{K}(dx\,dy)\,\frac{\frac{dv}{dz}dz}{dz}\,dt,$$

ou simplement

$$-\mathrm{K}\,dx\,dy\,\frac{dv}{dz}\,dt.$$

En effet, elle doit être proportionnelle au temps dt, à la différence $\frac{dv}{dz}dz$, des températures des deux faces qui réagissent l'une sur l'autre, à l'étendue commune $(dx.dy)$ de ces deux faces, et à la conductibilité K du solide pour la chaleur; elle doit être en raison inverse de la distance dz à parcourir et enfin elle doit être affectée du signe —, parce que l'accroissement dv de température, en passant du point x, y, z au point $x, y, z+dz$, est représenté avec le signe extérieur + (¹).

Quant à la quantité de chaleur qui sort par l'autre face $dx\,dy$, elle est égale à la précédente augmentée de sa différentielle par rapport à z, c'est-à-dire à

$$-\mathrm{K}\,dx\,dy\,\frac{dv}{dz}\,dt-\mathrm{K}\,dx\,dy\,\frac{d\,\frac{dv}{dz}}{dz}\,dz\,dt.$$

La quantité de chaleur retenue est donc

$$\mathrm{K}\,dx\,dy\,\frac{d\,\frac{dv}{dz}}{dz}\,dz\,dt,$$

(¹) La proposition analogue, mais relative à un temps fini, à une surface finie et à une différence finie de température, est établie par Fourier dès le début de la *Théorie de la chaleur*, par des considérations très simples et directes. K désigne la quantité de chaleur qui traverserait dans l'unité de temps la portion correspondante à l'unité de surface, d'un corps compris entre deux plans parallèles indéfinis, distants entre eux de l'unité de longueur et dont les bases seraient entretenues à des températures différant entre elles de l'unité.

ou

$$K \frac{d^2 v}{dz^2} dx\, dy\, dz\, dt.$$

On trouverait de même pour les quantités de chaleur qui auraient pénétré par les deux autres couples de faces et qui auraient été retenues

$$K \frac{d^2 v}{dx^2} dx\, dy\, dz\, dt \quad \text{et} \quad K \frac{d^2 v}{dy^2} dx\, dy\, dz\, dt.$$

La quantité totale de chaleur acquise par le petit parallélipipède dans le temps dt serait donc

$$K \left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} \right) dx\, dy\, dz\, dt.$$

Et si l'on divise cette quantité par le volume de la molécule, $dx\, dy\, dz$, par la capacité calorifique du corps C et par sa densité D, on devra trouver l'accroissement dv de la température de cette molécule, c'est-à-dire que l'on doit avoir

$$dv = \frac{K}{C.D} \left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} \right) dt,$$

ou

$$\text{(A)} \qquad \frac{dv}{dt} = \frac{K}{C.D} \left(\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{d^2 v}{dy^2} + \frac{d^2 v}{dz^2} \right).$$

Telle est la condition fondamentale à laquelle doit, avant tout, satisfaire la fonction v qui représenterait, à l'époque t, la température du point (x, y, z).

L'intégration abstraite de cette équation, si elle pouvait être faite, laisserait, comme on sait, subsister beaucoup d'arbitraire dans la solution générale du problème, tandis que celle de

chaque question particulière doit être complètement déterminée. Mais les données de la question qu'on voudra résoudre devront faire connaître la température initiale de chaque point (x, y, z) de la masse considérée, de sorte que si cette température initiale est représentée par

$$\varphi(x, y, z),$$

la fonction inconnue v devra se réduire à $\varphi(x, y, z)$ lorsqu'on y fera $t = 0$.

Du reste, l'équation (A), qui conviendrait à un solide isotrope indéfini dans tous les sens, devra être remplacée, à la surface du solide considéré, par une autre équation qui traduirait les conditions de l'échange de chaleur entre deux corps à leur surface commune; le corps enveloppant étant supposé à la température zéro.

Cette équation est

$$\text{(B)} \qquad K\left(m\frac{dv}{dx} + n\frac{dv}{dy} + p\frac{dv}{dz}\right) + Hvq = 0.$$

$K\dot{y}$ représente la conductibilité propre du corps, H sa conductibilité par rapport à la matière qui forme l'enveloppe (en général l'air environnant), m, n, p les coefficients de l'équation différentielle,

$$m\,dx + n\,dy + p\,dz = 0,$$

de la surface, enfin q la quantité $\sqrt{m^2 + n^2 + p^2}$.

Elle exprime que la quantité de chaleur reçue par une molécule, dont une des facettes est à la surface, est égale à celle qui passe par cette facette dans le milieu ambiant.

Dans chacune des questions qu'il traite, Fourier étudie sépa-

rément l'état mobile des températures du corps considéré, en tous ses points, et l'état final, ou permanent, auquel parviendrait le corps au bout d'un temps infini, ou qu'il conserverait indéfiniment si les circonstances initiales avaient été convenables et si aucune cause nouvelle n'intervenait.

Dans l'état mobile, la température v d'un point x, y, z, à l'époque t, doit satisfaire à l'équation

$$\text{(A)} \qquad \frac{dv}{dt} = \frac{K}{C.D}\left(\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2}\right),$$

tandis que, dans l'état permanent, comme v n'est plus fonction de t, $\frac{dv}{dt}$ est nulle, et par conséquent l'équation se réduit à

$$\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} + \frac{d^2v}{dz^2} = 0,$$

qui exprime que la quantité de chaleur qui pénètre dans une molécule est égale à celle qui en sort.

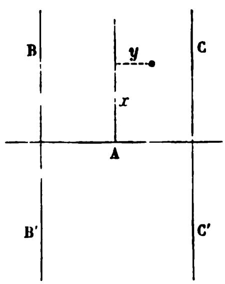
On voit par là que la recherche d'un état final est toujours plus simple que celle de l'état mobile correspondant.

Nous avons déjà donné les énoncés des questions spéciales que Fourier résout au moyen des principes que nous venons de résumer; nous suivrons l'auteur dans l'examen de la première et de la plus simple de ces questions, afin d'exciter la curiosité du lecteur, en lui donnant un exemple de l'application de la méthode, mais nous serons obligé de nous borner là.

« La question suivante, dit Fourier, nous a paru plus propre qu'aucune autre à faire connaître les éléments de la méthode que nous avons suivie.

» Nous supposons qu'une masse solide homogène est contenue entre deux plans verticaux parallèles et infinis, et qu'on la divise en deux parties par un plan A perpendiculaire aux deux autres; nous allons considérer les températures de la masse BAC comprise entre les trois plans infinis A, B, C. On suppose que

Fig. 1.



l'autre partie B'AC' du solide infini est une source constante de chaleur, c'est-à-dire que tous ses points sont retenus à la température 1 (celle de l'eau bouillante) qui ne peut jamais devenir moindre, ni plus grande. Quant aux deux solides latéraux compris l'un entre le plan C et le plan A prolongé, l'autre entre le plan B et le plan A prolongé, tous leurs points ont une température constante o, et une cause extérieure leur conserve toujours cette même température; enfin les molécules du solide compris entre A, B et C ont la température initiale o.

» La chaleur passera successivement du foyer A dans le solide BAC; elle s'y propagera dans le sens de la longueur qui est infinie, et en même temps elle se détournera vers les masses froides B et C qui en absorberont une grande partie. Les températures du solide BAC s'élèveront de plus en plus; mais elles ne

pourront outrepasser ni même atteindre un maximum de température, qui est différent pour les différents points de la masse. Il s'agit de connaître l'état final et constant, dont l'état variable s'approche de plus en plus.

» Si cet état final était connu et qu'on le formât d'abord, il subsisterait de lui-même, et c'est cette propriété qui le distingue de tous les autres... La considération des questions simples et primordiales est un des moyens les plus certains de découvrir les lois des phénomènes naturels, et nous voyons, par l'Histoire des Sciences, que toutes les théories se sont formées suivant cette méthode. »

On supposera l'axe des x perpendiculaire au plan A et équidistant des plans B et C, l'axe des y perpendiculaire aux plans B et C et contenu dans le plan A, enfin l'axe des z perpendiculaire aux deux autres; mais, par la nature même de la question, $\frac{d^2v}{dz^2}$ sera nulle en tous les points du solide, en sorte que l'équation du problème sera

$$(a) \qquad \frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} = 0.$$

On voit que la question est la même que si l'on supposait une lame rectangulaire mince BAC, indéfinie dans le sens opposé à l'arête A, dont les trois arêtes B, C et A seraient maintenues respectivement aux températures 0, 0 et 1, et qui aurait une conductibilité extérieure nulle sur ses deux faces.

La fonction $v = \varphi(x, y)$, qui représente l'état permanent de la lame, doit satisfaire à l'équation (a); elle doit avoir une valeur nulle lorsqu'on y fait

$$y = \pm \frac{1}{2}\pi$$

(Fourier, pour rendre ses calculs plus simples, représente la largeur de la lame par π); elle doit prendre la valeur 1 lorsqu'on y fait

$$x = 0 \quad \text{et} \quad -\frac{\pi}{2} < y < +\frac{\pi}{2};$$

enfin elle doit tendre vers zéro quand x croît indéfiniment.

La surface

$$z = v = \varphi(x, y)$$

représenterait l'état stationnaire de la lame, au point de vue des températures de ses points.

Il serait superflu mais difficile de louer la solution analytique que donne Fourier de cette question déjà très difficile. On remarquera surtout ce qu'a d'extraordinaire la finesse de l'aperçu qui conduit finalement au but :

« On cherchera en premier lieu les plus simples fonctions de x et de y qui puissent satisfaire à l'équation (a); ensuite on donnera à cette valeur de v une expression plus générale, afin de remplir toutes les conditions énoncées. Par ce moyen, la solution acquerra toute l'étendue qu'elle doit avoir, et l'on démontrera que la question proposée ne peut admettre aucune autre solution.

« Les fonctions de deux variables se réduisent souvent à une expression moins composée, lorsqu'on attribue à l'une des variables ou à toutes les deux une valeur infinie; c'est ce que l'on remarque dans les fonctions algébriques qui, dans ce cas, équivalent au produit d'une fonction de x par une fonction de y. Nous examinerons d'abord si la valeur de v peut être représentée par un pareil produit; car cette fonction v doit repré-

senter l'état de la lame dans toute son étendue, et par conséquent celui des points dont la coordonnée x est infinie. On écrira donc

$$v = F(x) f(y). \text{ »}$$

En substituant dans l'équation (a), on aura la condition

$$F''(x) f(y) + f''(y) F(x) = 0,$$

ou

$$\frac{F''(x)}{F(x)} + \frac{f''(y)}{f(y)} = 0;$$

on pourra donc poser

$$\frac{F''(x)}{F(x)} = +m^2 \quad \text{et} \quad \frac{f''(y)}{f(y)} = -m^2,$$

m^2 étant arbitraire. On en conclura

$$F(x) = e^{-mx} \quad \text{et} \quad f(y) = \cos my$$

et m devra être positif, sans quoi la température

$$F(x) f(y)$$

deviendrait infinie, lorsque x elle-même serait infinie, tandis qu'elle doit alors tendre vers zéro, ce qui, d'ailleurs, arrivera effectivement si m est positif.

Mais comme la température doit être nulle lorsque

$$y = \pm \frac{\pi}{2},$$

quel que soit d'ailleurs x, m ne pourra recevoir qu'une des valeurs 1, 3, 5, 7, 9, ...

En résumé, on obtiendrait une fonction v satisfaisant à la fois à l'équation (a) et à la condition qu'elle devînt nulle

pour $y = \pm \frac{1}{2}\pi$, quel que fut x, en posant

$$v = e^{-(2k+1)x} \cos(2k+1)y.$$

Mais il est évident que la somme d'un nombre quelconque de ces fonctions satisferait aux mêmes conditions; on obtiendra donc la solution la plus générale possible de la question en posant

$$v = ae^{-x}\cos y + be^{-3x}\cos 3y + ce^{-5x}\cos 5y + de^{-7x}\cos 7y + \dots$$

Il reste à exprimer que, pour $x = 0$, v prend la valeur 1, lorsque y reste compris entre $+\frac{\pi}{2}$ et $-\frac{\pi}{2}$. Les coefficients $a, b, c, d, \dots$ doivent donc être tels que la fonction

$$a\cos y + b\cos 3y + c\cos 5y + d\cos 7y + \dots$$

conserve la valeur 1, quel que soit y, compris entre $+\frac{\pi}{2}$ et $-\frac{\pi}{2}$.

Cette condition en renferme une infinité d'autres, elle exige que la fonction considérée ait la valeur 1 pour une valeur particulière de y, 0 par exemple, et que toutes ses dérivées soient nulles pour la même valeur particulière de y.

Ces conditions sont

$$\begin{aligned}
1 &= a + b + c + \dots \\
0 &= a + 3^2 b + 5^2 c + \dots \\
0 &= a + 3^4 b + 5^4 c + \dots \\
&\dots\dots\dots\dots\dots\dots
\end{aligned}$$

La difficulté était d'en tirer les valeurs des coefficients a, b,

$c, \ldots$. Fourier y parvient en comparant les systèmes formés de m et de $m+1$ de ces équations, d'où l'on aurait fait disparaître les dernières inconnues, à partir de la $(m+1)^{\text{ième}}$ pour le premier système, et de la $(m+2)^{\text{ième}}$ pour le second. Il tire de cette comparaison une règle pour passer de la valeur de chacune des inconnues, tirée du second système, à celle que lui attribue le premier. Cette règle lui permet de trouver, sous forme du produit d'un nombre infini de facteurs, la valeur limite que chaque coefficient aurait obtenue si l'on avait tiré cette valeur du système de toutes les équations en nombre infini.

Par exemple, la valeur de a, tirée de la première équation

$$1 = a,$$

devrait être multipliée successivement par les facteurs

$$\frac{3^2}{3^2-1}, \quad \frac{5^2}{5^2-1}, \quad \frac{7^2}{7^2-1}, \quad \ldots,$$

si on la faisait dépendre des systèmes définis plus haut, qui correspondraient à $m = 2, 3, 4, \ldots$

De même, si l'on prend la valeur de b tirée du système

$$\begin{aligned} 1 &= a + b \\ 0 &= a + 3^2 b, \end{aligned}$$

il faudra la multiplier successivement par

$$\frac{5^2}{5^2-3^2}, \quad \frac{7^2}{7^2-3^2}, \quad \ldots,$$

si l'on veut avoir celles que lui assigneraient les systèmes correspondant à $m = 3, 4, \ldots$.

De même encore, la valeur de c tirée des trois équations

$$\begin{aligned} 1 &= a + b + c, \\ 0 &= a + 3^2 b + 5^2 c, \\ 0 &= a + 3^4 b + 5^4 c \end{aligned}$$

devrait être multipliée successivement par

$$\frac{7^2}{7^2 - 5^2}, \quad \frac{9^2}{9^2 - 5^2}, \quad \dots,$$

si l'on voulait avoir celles que lui assigneraient les systèmes correspondant à $m = 4, 5, \dots$.

Et ainsi de suite.

Le mode de démonstration de Fourier pourrait être abrégé aujourd'hui, au moyen de la théorie des déterminants.

Quoi qu'il en soit, Fourier parvient enfin aux valeurs de tous les coefficients a, b, c, d, ...

Celle de a, d'après ce qui précède, est

$$\frac{3^2}{3^2 - 1} \cdot \frac{5^2}{5^2 - 1} \cdot \frac{7^2}{7^2 - 1} \cdot \frac{o^2}{9^2 - 1} \cdots,$$

ou

$$\frac{3.3}{2.4} \cdot \frac{5.5}{4.6} \cdot \frac{7.7}{6.8} \cdot \frac{9.9}{8.10} \cdots;$$

or la formule de $\frac{\pi}{2}$, donnée par Wallis, est

$$\frac{2.2}{1.3} \cdot \frac{4.4}{3.5} \cdot \frac{6.6}{5.7} \cdot \frac{8.8}{7.9} \cdot \frac{10.10}{9.11} \cdots$$

ou

$$2 \cdot \frac{2.4}{3.3} \cdot \frac{4.6}{5.5} \cdot \frac{6.8}{7.7} \cdot \frac{8.10}{9.9} \cdots$$

Il en résulte que

$$\frac{2}{a} = \frac{\pi}{2} \quad \text{ou que} \quad a = 2\,\frac{2}{\pi}.$$

On trouve ensuite

$$b = -2\,\frac{2}{3\pi}$$

$$c = \quad 2\,\frac{2}{5\pi}$$

$$d = -2\,\frac{2}{7\pi}$$

$$e = \quad 2\,\frac{2}{9\pi}$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots$$

En résumé,

$$= \frac{4}{\pi}\left(e^{-x}\cos y - \frac{1}{3}e^{-3x}\cos 3y + \frac{1}{5}e^{-5x}\cos 5y - \frac{1}{7}e^{-7x}\cos 7y + \ldots\right).$$

Nous regrettons d'être obligé d'omettre un grand nombre d'observations fort intéressantes que Fourier fait au sujet de cette équation. Nous nous bornerons à noter que l'intégrale générale de l'équation

$$\frac{d^2v}{dx^2} + \frac{d^2v}{dy^2} = 0$$

avait été obtenue antérieurement sous la forme

$$v = \varphi(x + y\sqrt{-1}) + \psi(x - y\sqrt{-1}),$$

où φ et ψ désigneraient deux fonctions arbitraires et indépendantes. Fourier démontre que la formule à laquelle il est parvenu, rentre en effet dans cette dernière, à la condition qu'on suppose identiques les deux fonctions φ et ψ. Mais il est aisé de

C'est-à-dire qu'on aurait

$$\frac{v-\beta}{\alpha-\beta}=\frac{4}{\pi}\left(e^{-x}\cos y-\frac{1}{3}e^{-3x}\cos 3y+\frac{1}{5}e^{-5x}\cos 5y\ldots\right)$$

et, finalement,

$$\frac{2\cos y}{e^{x}-e^{-x}}=\operatorname{tang}\left(\frac{\pi}{2}\,\frac{v-\beta}{\alpha-\beta}\right).$$

Toutes les équations de Fourier auraient à subir des transformations analogues, parce qu'il prend toujours pour données des températures définies, principalement 0 et 1, 1 correspondant à nos 100 degrés.

Avant de continuer, Fourier traite complètement la question du développement d'une fonction arbitraire en série trigonométrique : c'est-à-dire qu'en supposant un contour défini formé d'arcs de lignes quelconques droites ou courbes, il développe l'ordonnée de ce contour en fonction trigonométrique de l'abscisse. Mais nous ne le suivrons pas dans cette théorie, malgré l'intérêt qu'elle présente dans toutes les recherches relatives à des questions de Physique.

Après avoir résolu complètement la question, Fourier revient à celle des températures finales de la lame rectangulaire, mais en supposant maintenant que la température de l'arête A, au lieu d'être 1 en tous ses points, soit représentée en chacun d'eux par $f(x)$, x étant la distance de ce point au milieu de A.

LEBON (PHILIPPE).

[Né à Bruchay (Haute-Marne) en 1769, mort à Paris en 1804.]

Il était à vingt-cinq ans ingénieur des Ponts et Chaussées. Après une courte mission à Angoulême, il fut appelé à Paris pour y professer la Mécanique à l'École des Ponts et Chaussées. Il commença vers 1797 ses expériences sur les gaz provenant de la distillation des bois, de l'huile, du goudron, etc., il prit le 21 septembre 1799 un brevet d'invention « *pour de nouveaux moyens d'employer les combustibles plus utilement, soit pour le chauffage soit pour la lumière et de recueillir de nouveaux produits,* » il fit peu après à Paris des expériences publiques d'éclairage au gaz, qui réussirent parfaitement, bien qu'il restât naturellement beaucoup de perfectionnements à apporter à la nouvelle industrie.

Le gouvernement lui concéda pour ses expériences une partie d'un bois de pins près du Havre et il se remit au travail. Mais appelé à Paris pour les fêtes du sacre de Napoléon, il y mourut subitement, on ne sait de quelle maladie.

L'Angleterre s'empressa de profiter de sa découverte, et lorsqu'elle eut réussi, nous suivîmes son exemple. Plus tard, l'Académie des Sciences démontra par $a+b$ que l'éclairage au gaz était français.

La Russie avait offert à Lebon d'acheter ses procédés, le laissant libre d'en fixer le prix. Lebon avait refusé.

voir combien la formule abstraite et indéfinie

$$v = \varphi(x + y\sqrt{-1}) + \psi(x - y\sqrt{-1})$$

est éloignée de la formule concrète et absolument précise que comportait la question.

En réalité, l'équation

$$v = \frac{\pi}{4}\left(e^{-x}\cos y - \frac{1}{3}e^{-3x}\cos 3y + \frac{1}{5}e^{-5x}\cos 5y \ldots\right)$$

revient, comme il serait aisé de le vérifier, à

$$\frac{\pi v}{2} = \text{arc tang} e^{-(x+y\sqrt{-1})} + \text{arc tang} e^{-(x-y\sqrt{-1})},$$

ou à

$$\frac{\pi v}{2} = \text{arc tang}\left(\frac{2\cos y}{e^{x} - e^{-x}}\right).$$

Telle est la solution complète du problème de l'état permanent d'une lame rectangulaire indéfinie dans un sens, dont les deux arêtes latérales sont entretenues à la température o et dont l'arête perpendiculaire aux deux autres est entretenue à la température 1 (100 degrés). Nous rappelons que x et y sont les coordonnées d'un point quelconque de la surface de la lame. Ces coordonnées sont supposées numériques, mais puisque la demi-largeur de la lame a été représentée par $\frac{\pi}{2}$, il est clair que, si cette demi-largeur est l, la longueur u prise pour unité était définie par la condition

$$\frac{l}{u} = \frac{\pi}{2} \quad \text{d'où} \quad u = \frac{2l}{\pi}.$$

On pourrait donc remplacer dans la formule x et y par $\frac{\pi X}{2l}$

et $\frac{\pi Y}{2l}$, X et Y désignant alors les longueurs effectives des coordonnées.

Il y aurait intérêt à plusieurs points de vue à faire subir à la formule une autre transformation plus intéressante, qui la rendît applicable à une lame dont les arêtes indéfinies B et C seraient entretenues à une température désignée par β, au lieu de o, et dont l'arête A serait entretenue à une température plus haute, désignée par α.

Il serait impossible de traiter la question directement. En effet, dans l'ancienne hypothèse, pour exprimer que la température représentée par $e^{-mx}\cos my$ devenait nulle, quel que fût x, lorsque y prenait l'une des valeurs $\pm\frac{\pi}{2}$, il a suffi de faire m impair. Tandis que, dans la nouvelle, il faudrait exprimer que

$$e^{-mx}\cos m\left(\pm\frac{\pi}{2}\right)=\beta,$$

quel que soit x.

Mais on pourra admettre que, si les températures α et β diminuaient d'une même quantité arbitraire, la température variable v diminuerait aussi de la même quantité, de sorte qu'en prenant β pour cette arbitraire, on aurait

$$v-\beta=ae^{-x}\cos y+be^{-3x}\cos 3y+ce^{-5x}\cos 5y+\dots$$

et comme on devrait avoir $v-\beta=\alpha-\beta$, pour $x=0$, quel que fût y, les coefficients a, b, c, ... seraient déterminés par les mêmes équations que précédemment, avec cette seule différence que le premier membre 1 de la première serait remplacé par $\alpha-\beta$. Ces coefficients prendraient donc pour valeurs les produits par $\alpha-\beta$ de leurs anciennes.

les *Recherches sur les ossements fossiles* (1821-1824), précédées d'un *Discours sur les révolutions du globe*, qui a été imprimé à part; le *Règne animal distribué d'après son organisation* (1816 et 1829). Dans le premier, il ajoute d'innombrables observations aux faits recueillis par Claude Perrault et Daubenton, coordonne ces éléments et en forme un corps de doctrine. Dans le second, il fonde une Science entièrement nouvelle, la Science des espèces perdues, des fossiles, la Paléontologie. Dans le troisième, il embrasse la création animale tout entière, applique à la Zoologie le principe de la subordination des caractères et établit la classification qui sert aujourd'hui de base à l'étude de cette Science.

Linné partageait le règne animal en six classes : les quadrupèdes, les oiseaux, les reptiles, les poissons, les insectes et les vers. Dès 1795, Cuvier avait fait remarquer l'extrême différence des êtres confondus dans la sixième classe de Linné, et proposé une nouvelle distribution générale des *animaux à sang blanc* (insectes et vers) en six classes : mollusques, crustacés, insectes, vers, échinodermes et zoophytes.

« Tout était neuf dans cette distribution, dit M. Flourens, mais aussi tout y était si évident, qu'elle fut généralement adoptée, et dès lors le règne animal prit une face nouvelle. La précision des caractères sur lesquels était appuyée chacune de ces classes, la convenance parfaite des êtres qui se trouvaient rapprochés dans chacune d'elles, tout dut frapper les naturalistes; et ce qui sans doute ne leur parut pas moins digne de leur admiration que ces résultats directs et immédiats, c'était la lumière subite qui venait d'atteindre les parties les plus élevées de la Science; c'étaient ces grandes idées sur la subordination des

organes et sur le rôle de cette subordination dans leur emploi comme caractères; c'étaient ces grandes lois de l'organisation animale déjà saisies : que tous les animaux à sang blanc qui ont un cœur ont des branchies ou un organe respiratoire circonscrit; que tous ceux qui n'ont pas de cœur n'ont que des trachées; que partout où le cœur et les branchies existent, le foie existe; que partout où ils manquent, le foie manque. »

Assurément, nul homme encore n'avait porté un coup d'œil aussi étendu, aussi perçant sur les lois générales de l'organisation des animaux; et il était aisé de prévoir que celui dont les premières vues venaient d'imprimer à la Science un si brillant essor ne tarderait pas à en reculer toutes les limites.

Après avoir ainsi établi la vraie division des animaux à sang blanc, Cuvier prit à part la classe des mollusques, qui l'a si longtemps occupé depuis, et il y découvrit l'ensemble de faits le plus étonnant, le plus essentiellement neuf de toute la Zoologie, de toute l'Anatomie comparée moderne; il trouva chez les animaux de ce groupe des muscles, des vaisseaux, des nerfs, des organes des sens, qu'il décrivit avec une exactitude dont on n'avait point eu jusque-là d'exemple. Chez tous il rencontre un cerveau; chez les uns, comme chez l'huître et le limaçon, il reconnaît un cœur unique; chez d'autres, il en trouve deux; le poulpe et la seiche lui en montrent trois; et cependant tous ces êtres, dont l'organisation est encore si riche, avaient été confondus dans une même classe avec les polypes, qui ne se composent guère que d'une pulpe presque homogène.

La nutrition des insectes offrait un des plus singuliers problèmes de toute la Physiologie. Aucune circulation n'existe chez ces animaux, qui ne présentent qu'un simple vaisseau dorsal

sans ramifications d'aucune sorte. Cuvier se borne à faire remarquer que le but de la circulation, chez les animaux supérieurs, est de porter le sang au contact de l'air, et que ce but est aussi bien rempli lorsque, comme chez les insectes, l'air vient au contraire trouver le sang par une infinité de trachées.

Une autre découverte tout aussi importante de Cuvier est celle de l'appareil circulatoire des vers à sang rouge, tels que le ver de terre et la sangsue, qui étaient restés jusque-là confondus dans la classe des zoophytes.

Le principe qui l'avait dirigé dans tous ces travaux a été consacré depuis sous le nom de *principe de la subordination des organes* ou *des caractères*. L'exposition de cette nouvelle doctrine fut proprement l'objet du *Règne animal distribué d'après son organisation*. C'est à dater de la publication de cet ouvrage que l'art des méthodes s'est trouvé fondé en Histoire naturelle. Cuvier avait jusque-là établi ses divisions sur les différences présentées par les organes de la circulation. C'est en recourant aux caractères plus importants affectés par le système nerveux qu'il vit que chacune des trois grandes classes des animaux sans vertèbres répond, non plus à une seule classe des animaux vertébrés, mais à leur ensemble, et que le règne animal se divise en définitive en quatre grands embranchements, comprenant l'un les animaux vertébrés, le second les mollusques, le troisième les articulés (insectes, vers à sang rouge et crustacés), enfin le quatrième les zoophytes, parce qu'il y a quatre formes générales du système nerveux. Ainsi se trouvait fermé le champ des vagues discussions sur l'unité ou la pluralité des types primordiaux. « Telle est la lumière, dit M. Flourens, que ce grand ouvrage a répandue sur le règne animal entier, que, guidé par lui, l'esprit

saisit nettement les divers ordres de rapports qui constituent le règne, les embranchements, les classes, les ordres et les genres. »

A peine ce grand ouvrage était-il terminé, que Cuvier entreprenait l'*Histoire naturelle des poissons,* qui devait comprendre au moins vingt volumes, mais dont les neuf premiers seulement ont pu être achevés. Les derniers auteurs n'avaient guère connu que 1,400 espèces de poissons, Cuvier en décrivait et en classait plus de 5,000.

Il méditait de fondre dans un seul traité toutes ses recherches d'*Anatomie comparée*, et s'occupait d'en réunir les matériaux, lorsque la mort le surprit inopinément. Ses immortelles *Leçons d'anatomie comparée* et ses *Recherches sur les ossements fossiles* peuvent sans doute donner une idée de ce qu'eût été le grand ouvrage où elles devaient être refondues, mais elles ajoutent encore aux regrets de sa perte.

L'Anatomie comparée n'était encore qu'un recueil de faits relatifs à la structure des animaux ; Cuvier devait en faire la Science de ces lois générales de l'organisation animale qu'il a le premier formulées, savoir : que chaque genre d'organes ne comporte pas des modifications fixes et déterminées ; qu'un certain rapport lie toujours entre elles toutes les modifications de l'organisme ; que quelques organes ont sur l'ensemble de l'économie une influence décisive, d'où la *loi de la subordination des organes ;* que certains caractères s'appellent mutuellement, tandis que d'autres s'excluent nécessairement, d'où *la loi des corrélations*. Ces lois et tant d'autres forment la partie élevée de cette Science qui lui permit de reconstruire méthodiquement un grand nombre d'espèces perdues au moyen de quelques débris fossiles

tantôt isolés, brisés, épars, tantôt au contraire confondus de la manière la plus embarrassante.

Le principe de la méthode employée par Cuvier à cette sorte de résurrection est celui de la *corrélation des formes*, qui établit entre toutes les parties d'un même animal et chacune d'elles une dépendance telle, que l'une étant donnée on pourra en conclure toutes les autres. « Telles étaient, dit M. Flourens, la rigueur et l'infaillibilité de cette méthode, qu'on a vu souvent Cuvier reconnaître un animal par un seul os, par une seule facette d'os; qu'on l'a vu déterminer des genres, des espèces inconnues d'après quelques os brisés et d'après tels ou tels os indifféremment; résultats faits pour étonner et qu'on ne peut rappeler sans partager cette admiration qu'ils inspirèrent d'abord et qui ne s'est point encore affaiblie. »

Ce ne fut bientôt plus par espèces isolées, mais par groupes entiers que reparurent ces populations détruites au milieu des révolutions du globe. Quadrupèdes, oiseaux, reptiles, poissons, crustacés, mollusques et zoophytes contemporains, retrouvés par fragments, venaient de nouveau se grouper dans les galeries du Muséum et reproduire les types successifs du règne animal.

Cuvier comptait jusqu'à trois générations perdues. La première comprenait seulement, outre des mollusques et des poissons, des reptiles également remarquables par leurs proportions, comparables à celles de la baleine, et par la singularité de leur structure, qui rapprochait les uns des cétacés et les autres des oiseaux; la seconde présentait, en outre, d'immenses pachydermes, tels que le paléothérium et l'anoplothérium; la troisième s'arrêtait au groupe des mammouths, des mastodontes, des rhi-

nocéros et des hippopotames. La génération actuelle serait, d'après Cuvier, la quatrième.

« Deux choses, dit encore M. Flourens, frappent également dans Cuvier : l'extrême précocité de ses vues, car c'est dès son premier mémoire sur la classe des vers de Linné qu'il réforme toute cette classe et par elle la Zoologie entière; c'est dès son premier cours d'Anatomie comparée qu'il refond toute cette Science et la reconstitue sur une nouvelle base; c'est dès son premier mémoire sur les éléphants fossiles qu'il jette les fondements d'une Science toute nouvelle, celle des animaux perdus; et cet esprit de suite, de persévérance, cette constance à toute épreuve par lesquels il a développé, fécondé ses vues. »

Cuvier admettait la préexistence des germes; il regardait comme un fait démontré l'immutabilité des espèces; il était partisan de la théorie des *causes finales*, qui dans son esprit se confondait avec le principe des *conditions d'existence.* Peu de temps avant sa mort, il combattit les vues de Geoffroy Saint-Hilaire sur l'unité de composition organique.

Outre les ouvrages que nous avons mentionnés plus haut, on a de lui : *Recherches anatomiques sur les reptiles regardés encore comme douteux* (1807); *Rapport sur les progrès des Sciences naturelles* (de 1789 à 1808); *Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris* (1811); *Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anatomie des mollusques* (1817); *Recueil d'éloges historiques lus à l'Institut* (1819); *Histoire naturelle des poissons*, continuée par M. Valenciennes.

Le caractère de l'homme ne pouvait nous occuper beaucoup dans l'histoire d'un savant comme Cuvier; il nous est cependant impossible de passer sous silence un trait qui suffira pour le

peindre à ce point de vue. « Cuvier, dit M. Dumas, traitait tous les savants comme des égaux; il voulait être traité par eux de la même manière. Je le vois encore discutant avec un jeune naturaliste un point d'Anatomie, et soutenant son avis sans prétention, tandis que son interlocuteur, à chaque phrase, répétait : « Monsieur le baron! monsieur le baron! — Il n'y a pas de baron ici, lui dit doucement Cuvier, il y a deux savants cherchant la vérité et s'inclinant devant elle. »

HACHETTE (JEAN-NICOLAS-PIERRE).

(Né à Mézières en 1769, mort à Paris en 1834.)

Il occupa successivement les chaires de Mathématiques aux écoles de Collioure et de Mézières et, dès l'ouverture de l'École Polytechnique, fut adjoint à Monge pour la Géométrie descriptive.

Nommé professeur à la Faculté des Sciences en 1810, il conserva cette place toute sa vie, mais la Restauration lui enleva sa chaire à l'École Polytechnique et Louis XVIII refusa même de sanctionner son élection à l'Académie des Sciences en 1823. Il fut élu de nouveau en 1831.

Ses principaux ouvrages sont : *Traité élémentaire des machines* (1828); *Application de l'Algèbre à la Géométrie* (1813); *Éléments de Géométrie à trois dimensions* (1817); *Traité de Géométrie descriptive* (1828); *Histoire des machines à vapeur* (1830).

On lui doit quelques perfectionnements utiles apportés à la théorie des surfaces et des courbes à double courbure. Les *Élé-*

ments de Géométrie à trois dimensions contiennent la solution, par des considérations purement géométriques, de questions relatives aux tangentes et aux cercles osculateurs de quelques courbes usuelles ; il a inséré dans la *Correspondance sur l'École Polytechnique* une étude intéressante sur les propriétés des projections stéréographiques, étendues pour la première fois de la sphère aux surfaces du second ordre ; l'*Application de l'Algèbre à la Géométrie* contient la double génération des surfaces du second ordre par leurs sections circulaires. Desargues avait établi cette double génération pour les cônes ayant pour bases des sections coniques et une induction bien simple devait la faire préjuger pour les autres surfaces du second degré ; elle n'avait cependant été constatée encore, par d'Alembert, que pour l'ellipsoïde. Enfin, on doit à Hachette une étude complète des intersections des cônes du second degré entre eux.

HUMBOLDT (FRÉDÉRIC-HENRI-ALEXANDRE, BARON DE)

(Né près de Berlin en 1769, mort à Potsdam en 1859.)

Humboldt appartenait à une riche et noble famille de Poméranie. Son zèle persévérant pour le progrès des Sciences, durant une longue vie, toujours active et toujours remplie de nouveaux projets, n'a pas eu directement des résultats bien remarquables, ni même bien faciles à caractériser. Mais Humboldt, lié personnellement avec les savants de tous les pays qu'il parcourait incessamment, a rendu aux Sciences l'immense service d'établir entre les chercheurs des deux mondes des relations continuelles, au moyen desquelles chacun d'eux était averti des tentatives des

autres, des progrès atteints et des recherches ultérieures à tenter. Humboldt qui ne fut éminent dans aucune Science, mais qui les possédait toutes, remplit dignement cette mission à laquelle l'avait en quelque sorte prédisposé l'aménité de son caractère et dans laquelle l'aida puissamment une grande fortune.

Ses premiers maîtres furent Campe, auteur du *Robinson allemand*, et Christian Kunth qui fut plus tard membre de l'Académie des Sciences de Berlin et conseiller d'État. Les amis de Kunth, lié avec les hommes les plus éminents de Berlin, s'empressaient d'assister l'enfant dans ses études. Humboldt passa ses quatorze premières années au château de son père, à Tegel, près de Berlin. Il alla alors terminer ses études dans cette ville.

Il suivit ensuite, de 1786 à 1788, les cours de l'Université de Francfort-sur-l'Oder et vint étudier à Gœttingue la Philosophie, l'Histoire et les Sciences naturelles sous les professeurs Heyne, Eichhorn et Blumenbach. Il se lia dans cette ville avec Georges Forster, gendre de Heyne, qui avait accompagné Cook dans son second voyage autour du monde, et qui lui inspira le goût des explorations.

Il parcourut, en 1790, avec son nouvel ami, l'Allemagne, la Hollande, l'Angleterre, et publia, à son retour, des *Observations sur les basaltes du Rhin* (Berlin, 1790).

Il alla alors étudier les langues vivantes à Hambourg, puis la Géologie à l'Académie des Mines de Freyberg, sous le professeur Werner. Il publia en 1793 les résultats de ses observations sous le titre : *Specimen floræ subterraneæ Fribergensis et aphorismi ex physiologia chimica plantarum*, qui contient la description des cryptogames fossiles du district.

Il fut nommé bientôt après assesseur du Conseil des Mines

de Berlin et directeur général des mines d'Anspach et de Bayreuth. Ces fonctions l'induisirent à rechercher, dans l'établissement des lampes de sûreté, quelques perfectionnements qu'il réalisa.

Galvani venait de publier ses observations sur les mouvements extraordinaires qu'il avait fait naître dans les cadavres frais de grenouilles. Humboldt se fit mettre à nu un muscle du dos pour savoir si, au point de vue galvanique, l'homme pouvait s'élever à la dignité de batracien. Il publia ses observations en 1796 sous le titre : *Expériences sur l'irritation nerveuse et musculaire.*

Il perdit sa mère à cette époque, et, n'étant plus retenu par l'affection qu'il lui avait vouée, il commença de faire ses dispositions pour les grands voyages qu'il avait en vue depuis longtemps. Après avoir vendu ses propriétés en Prusse, il commença par explorer les régions montagneuses de la Suisse et de l'Italie, puis il vint à Paris pour s'y procurer les instruments qui lui seraient nécessaires pour ses observations. Il s'y lia avec Arago et Gay-Lussac d'une amitié qui ne se démentit plus.

Il partit de Paris avec notre compatriote Bonpland. Les deux amis visitèrent d'abord l'Espagne, où ils furent reçus avec distinction par le roi qui leur donna les recommandations nécessaires pour visiter avec sûreté les colonies espagnoles de l'Amérique, les îles Mariannes et les Philippines.

Ils s'embarquèrent en 1799, visitèrent Ténériffe, la Nouvelle-Andalousie et la Guyane espagnole, déterminant les positions géographiques des principales stations, étudiant l'Histoire naturelle des pays qu'ils traversaient, observant les phénomènes météorologiques, examinant les antiquités, et notant les mœurs et coutumes des habitants. Cette exploration dura près de cinq

ans. Il est vrai que les deux voyageurs avaient étendu leurs excursions bien au-delà des pays qu'ils s'étaient d'abord proposé de voir et parcoururent même l'Amérique du Nord.

Ils rentrèrent en France en 1804, pour y préparer la publication de leur voyage. Humboldt passa alors vingt années à Paris.

L'ouvrage où sont consignées les observations de Humboldt et de Bonpland, durant leur long voyage, est divisé en sept parties. La première est intitulée : *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent* (Paris, 1809-1825, 3 vol. in-8). C'est la relation même du voyage; elle est accompagnée d'un atlas géographique, géologique et physique. La seconde : *Vue des Cordillères et monuments des peuples indigènes de l'Amérique* (Paris, 1816, 2 vol. in-8, avec planches), contient la description des principaux monuments de la civilisation indienne au Mexique et au Pérou. La troisième est le *Recueil des observations de zoologie et d'anatomie comparée*, faites durant le voyage (Paris, 1805-1832). La quatrième : *Essai politique sur le royaume de la Nouvelle Espagne* (Paris, 1811, 5 vol. in-8, avec planches), a trait aux richesses minérales du pays, à son agriculture, à son industrie, à son commerce et à ses finances. La cinquième partie : *Recueils d'observations astronomiques, d'opérations trigonométriques et de mesures barométriques* (Paris, 1808-1810, 2 vol. in-4), contient les enseignements géographiques relatifs à sept cents stations. La sixième est intitulée : *Physique générale et Géologie* (Paris, 1807). Enfin la septième : *Essai sur la géographie des plantes*, outre les vues relatives à l'objet que le titre indique suffisamment, contient la description de plus de cinq mille espèces, dont la moitié était encore inconnue des botanistes.

Humboldt entraîna Gay-Lussac, en 1822, dans un voyage en

Italie, durant lequel il visita Venise, Rome et Naples ; il se rendit ensuite en Angleterre. Il publia en 1823 son *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères.*

Il quitta Paris en 1827, pour se rendre à Berlin, où il fut nommé conseiller intime. Mais il entreprit bientôt après, à la sollicitation de l'Empereur de Russie, un nouveau grand voyage dans les provinces orientales de l'empire moscovite et dans l'Asie centrale. Il partit de Saint-Pétersbourg en mai 1829, accompagné du botaniste Ehrenberg et du chimiste minéralogiste Gustave Rose.

Les résultats obtenus dans ce voyage ont été consignés dans deux ouvrages, l'un, de Gustave Rose, intitulé : *Minéralogie-Géognosie*, *voyage à travers l'Oural et l'Altaï jusqu'à la mer Caspienne;* et l'autre, de Humboldt, qui parut sous le titre : *L'Asie centrale*, *recherches sur les chaînes de montagnes et la climatologie comparée* (Paris, 1843).

A son retour, Humboldt habita alternativement Paris et Berlin. Il composa son *Cosmos,* essai d'une description physique du monde, de 1843 à 1844.

Il mourut à Postdam, d'où son corps fut transporté avec des honneurs extraordinaires à Tezel, dans le château de sa famille.

SEEBECK (JEAN-THOMAS).

(Né à Reval en 1770, mort en 1831.)

Membre de l'Académie de Berlin et membre correspondant de l'Académie des Sciences de Paris. Il avait étudié la Médecine à Berlin et à Gœttingue, et s'était fait recevoir docteur.

Il a en quelque sorte fourni le principe de la pile thermo-électrique, en observant, en 1821, que l'électricité se développe dans une suite de barres métalliques, soudées ensemble, lorsqu'on chauffe les soudures de deux en deux.

C'est lui qui a étudié le premier les rayons du spectre au point de vue de leur pouvoir calorifique.

L'Académie des Sciences de Paris partagea entre Seebeck et Brewster un prix de 3,000 francs.

BRONGNIART (ALEXANDRE).

(Né à Paris en 1770, mort en 1847.)

Neveu d'Antoine-Louis. Après avoir servi quelque temps comme pharmacien militaire, il fut nommé ingénieur des mines, en 1794; professeur d'Histoire naturelle à l'École centrale des Quatre-Nations, en 1796; directeur de la manufacture de Sèvres, en 1800; professeur de Minéralogie au Muséum, en remplacement d'Haüy; enfin, membre de l'Académie des Sciences, en 1815.

On lui doit : *Essai d'une classification naturelle des reptiles* (1805), dont les principes ont été partout adoptés; des Mémoires importants sur les coquilles et les crustacés fossiles; un *Traité de minéralogie* (1807), adopté par l'Université; un *Traité des arts céramiques* (1845), etc.

Il travailla avec Cuvier au grand ouvrage intitulé *Description géologique des environs de Paris* (1822).

On le considère avec raison comme le fondateur de la méthode en Géologie.

DESTIGNY (PIERRE-DANIEL).

[Né à Sanneville (Normandie) en 1770, mort en 1855.]

Il fonda à Rouen, en 1798, une fabrique d'horlogerie, dont il garda la direction pendant cinquante ans. Il est l'inventeur de deux systèmes de compensation pour les pendules et les montres. Ce fut à son instigation que les horloges de Rouen furent, avant celles de Paris, réglées sur le temps moyen. Il a laissé un travail important sur la dilatation des pierres, des marbres et des métaux.

BICHAT (MARIE-FRANÇOIS-XAVIER).

(Né en 1771 à Thoirette en Bresse, mort à Paris, en 1802.)

Son père exerçait la médecine dans la petite ville de Poncin, près de Nantua. Bichat commença ses études au collège de Nantua et les acheva à Lyon au séminaire de Saint-Irénée, dont le supérieur était alors un de ses oncles. Il suivit, dans la même ville, de 1791 à 1793, les leçons du célèbre chirurgien Antoine Petit.

Il se retira à Bourg, après le siège de Lyon, et y suivit la clinique de l'hôpital; il vint peu après à Paris où il se fit aussitôt remarquer par l'illustre chirurgien Desault.

« C'était, dit Buisson, un usage établi dans l'école de Desault que certains élèves choisis se chargeassent de recueillir, chacun à son tour, la leçon publique du jour et de la rédiger en forme d'extrait. On lisait le lendemain ce résumé, et cette lecture, présidée par le chirurgien en second, avait le double avantage de

représenter une seconde fois aux élèves les utiles préceptes dont ils doivent se pénétrer et de suppléer à l'inattention assez ordinaire de la multitude, dans une première leçon. Un jour où Desault avait disserté longtemps sur une fracture de la clavicule, et avait démontré l'utilité de son bandage, en l'appliquant sur un malade, l'élève qui devait recueillir ces détails se trouva absent; Bichat s'offrit pour le remplacer. La lecture de son extrait causa, le lendemain, la plus vive sensation. La pureté du style, la précision et la netteté des idées, l'exactitude scrupuleuse du résumé annonçaient plutôt un professeur qu'un élève; Bichat fut couvert d'applaudissements réitérés. » Desault voulut l'entretenir; il fut frappé de sa haute intelligence et lui voua aussitôt une tendresse paternelle; il le recueillit dans sa maison et en fit son collaborateur.

Bichat faisait alors le service de chirurgien externe à l'hôpital; il visitait en ville une partie des malades de Desault; il accompagnait son maître près de ses autres malades, pour le seconder dans ses opérations; il répondait aux consultations adressées de tous les points de la France; il préparait la nuit les pièces nécessaires à la leçon du lendemain et trouvait encore le temps de faire à ses condisciples des conférences sur tous les points de physiologie et de chirurgie.

Malheureusement pour Bichat, Desault fut tout à coup enlevé, dans la force de l'âge, par une fièvre cérébrale, le 1er juin 1795; il laissait presque sans ressources sa veuve et son jeune fils. Bichat devint leur appui; il les aida puissamment en publiant les œuvres de son maître et les faisant valoir.

Il organisa en 1797, dans la rue du Four, un petit amphithéâtre, où il ouvrit un cours bientôt suivi par un grand nombre

d'élèves. Il y introduisit l'usage si utile de compléter l'enseignement par des expériences sur des animaux vivants.

Bichat fut nommé médecin en chef de l'Hôtel-Dieu en 1800. L'Anatomie pathologique et la Thérapeutique l'absorbèrent alors entièrement, comme avaient fait précédemment l'Anatomie générale et la Physiologie. Il chercha le secret de la mort avec autant d'ardeur qu'il en avait mis à découvrir celui de la vie. Il disséqua plus de six cents cadavres en un seul hiver; en même temps, il expérimentait les médicaments pour en rechercher les actions sur les tissus. Tous ces travaux poursuivis dans une atmosphère infecte le conduisirent rapidement au tombeau. Le 8 juillet 1802, il poursuivait une expérience encore plus dangereuse que toutes les autres; ses élèves l'avaient abandonné; il fut pris d'une syncope en sortant; une fièvre typhoïde se déclara le lendemain et il fut emporté au bout de deux semaines, malgré les efforts empressés de ses amis Corvisart et Lepreux, malgré les soins assidus de madame Desault qui, depuis la mort de son mari, n'avait pas cessé de le considérer comme son fils.

Sa mort fut un deuil public. Tous les professeurs et tous les élèves de l'École de Médecine suivirent son cercueil. Son éloge fut prononcé par Hallé devant la faculté de Médecine.

Corvisart écrivit au premier consul :

« Bichat vient de mourir sur un champ de bataille qui compte aussi plus d'une victime; personne en si peu de temps n'a fait tant de choses et aussi bien. » Le premier consul ordonna d'élever à l'Hôtel-Dieu un monument en l'honneur de Desault et de Bichat.

Depuis, une statue de bronze, due à David d'Angers, a été élevée à Bichat dans la cour de l'École de Médecine.

Tous ses amis reconnaissaient et admiraient ses belles qualités morales, sa candeur, sa modestie, sa générosité, son désintéressement.

Quant à l'action qu'il a exercée sur les progrès de la Science, « Bichat, dit M. Flourens, a tout renouvelé et tout rajeuni, et c'est par là qu'il a eu tant d'influence sur un siècle, lui-même aussi tout nouveau, et où tout renaissait. Ajoutez qu'il avait le ton de ce siècle, qu'il en avait l'ardeur, la confiance, l'inspiration rénovatrice... Jamais vie si courte n'a été si brillante, et, ce qui est plus caractéristique encore, n'a été si complète. »

Les deux grandes idées qui ont dirigé Bichat dans toutes ses recherches, qu'il a sans cesse mises en lumière et qu'il a fini par imposer, sont : la première, de prolonger jusqu'aux tissus eux-mêmes, désormais étudiés séparément, l'analyse anatomique, qui, jusqu'alors, s'était arrêtée aux organes; la seconde, de distinguer entre les deux vies organique et animale.

Sous ce dernier rapport, il insista le premier sur la différence si tranchée et, en même temps si difficilement explicable, qui existe entre les organes de l'une et de l'autre vie, dont les uns, ceux de la vie organique, sont essentiellement singuliers et dissymétriques, tandis que ceux de la vie animale sont tous doubles, ou, plus généralement, pairs, et rangés symétriquement dans le corps; avec cette circonstance étonnante que la symétrie des secondes s'accommode si parfaitement du groupement irrégulier des autres. Bichat a poussé assez loin la vérification de cette anomalie singulière pour qu'il en puisse presque résulter un moyen de classification des organes, sous le rapport de leurs fonctions animales ou organiques.

« Les membranes, dit Bichat, n'ont point été jusqu'ici un

objet particulier de recherches pour les anatomistes; ils ne les ont jamais examinées isolément. Ils en ont associé l'histoire à celle des organes respectifs sur lesquels elles se déploient. Le péricarde et le cœur, la plèvre et le poumon, le péritoine et les organes gastriques, la sclérotique et l'œil, etc., appartiennent toujours au même chapitre, dans leurs ouvrages. C'est, pour la description, la marche la plus simple et, sans doute, la meilleure; mais, en la suivant, les anatomistes, frappés de la différence de structure des organes, ont oublié que les membranes respectives pouvaient avoir de l'analogie; ils ont négligé d'établir entre elles des rapprochements, et c'est là un vide tellement essentiel qu'on peut dire que quoiqu'ils semblent avoir épuisé chaque point d'Anatomie, ils n'ont cependant fait, pour ainsi dire, qu'effleurer celui-ci. Haller, par exemple, dans son article sur les membranes en général, ne trace aucune ligne de démarcation entre elles. Une texture analogue les confond toutes; elles ne sont à ses yeux, qu'une modification de l'organe cellulaire qui leur fournit une base commune, toujours facile à ramener à son état primitif... Plusieurs médecins célèbres, depuis Haller, ont senti que, dans le système membraneux, diverses limites étaient à établir entre des organes jusqu'ici confondus. L'observation des caractères entièrement variés que prend l'inflammation sur chaque membrane leur en a surtout indiqué la nécessité; car souvent l'état morbifique, plus que l'état sain, développe nettement la différence des organes entre eux, parce que, dans l'un plus que dans l'autre cas, leurs forces vitales se montrent très prononcées. M. Pinel a établi, d'après ces principes, un judicieux rapprochement entre la structure différente et les différentes affections des membranes : c'est en lisant son ouvrage que l'idée

de celui-ci (*Traité des membranes*) s'est présentée à moi, quoique cependant plusieurs résultats s'y trouvent, comme on le verra, très différents de ceux qu'il a énoncés. »

Bichat distingue les membranes en simples et composées. Les membranes simples forment elles-mêmes trois classes, les muqueuses, les séreuses et les fibreuses. Les muqueuses sont humectées par le mucus secrété par de petites glandes, elles revêtent l'intérieur des organes qui communiquent avec l'extérieur par les ouvertures que présente la peau, c'est-à-dire la bouche, l'œsophage, les intestins, la vessie, la matrice, etc.; les membranes séreuses sont lubréfiées par le liquide lymphatique séreux qui s'échappe du sang par sécrétion, telles sont le péricarde, la plèvre, le péritoine, les membranes synoviales des articulations, celles des coulisses des tendons, etc.; les membranes fibreuses ne sont baignées par aucun liquide, ce sont le périoste, la dure-mère, la sclérotique, les aponévroses, etc. Bichat distingue, dans les membranes composées, les fibro-séreuses, les séro-muqueuses et les fibro-muqueuses. Mais quelques-unes restent non classées.

Voici comment M. Flourens apprécie la grande rénovation opérée par Bichat :

« Il est dans chaque Science une époque où cette Science, épuisée d'un côté, est encore pleine de ressources pour qui sait l'envisager sous un autre : telle était l'Anatomie humaine à l'époque où parut Bichat. Tout avait été fait pour la description des organes, l'Anatomie descriptive était achevée; mais pour le démêlement des tissus constitutifs des organes, rien, si ce n'est le livre de Bordeu sur le *Tissu muqueux*, rien n'avait été fait encore. »

Bichat était ***vitaliste.*** Mais il ne parvint à caractériser la *force vitale* que dans cet aphorisme négatif : *la vie est ce qui résiste à la mort.*

Les principaux ouvrages de Bichat sont le *Traite des membranes* (1800), les *Recherches sur la vie et la mort* (1800) et l'*Anatomie générale* (1801). Ces ouvrages avaient été précédés par plusieurs Mémoires insérés dans le Recueil de la *Société médicale d'émulation*, que Bichat avait fondée avec quelques-uns de ses amis, du temps qu'il était élève de Desault. Ces Mémoires contenaient déjà en germes les grandes idées que l'auteur a développées plus tard.

DE LABOULAYE-MARILLAC (PIERRE).

(Né à Billom en 1771, mort en 1824.)

Lieutenant-colonel à l'époque de la Révolution et partisan dévoué de la royauté, il s'offrit à la Convention pour être un des otages de Louis XVI, émigra peu après et servit dans l'armée des princes. Après la dispersion de cette armée, il étudia la Médecine à Gœttingue, s'y fit recevoir docteur, et, rentré en France sous le Consulat, s'occupa surtout de travaux et de recherches chimiques relatives à la teinture des étoffes. On lui doit la découverte de douze couleurs inaltérables, qu'une commission, nommée par l'Académie des Sciences, reconnut, dans son rapport, supérieures à celles qu'on avait employées jusqu'alors.

Laboulaye fut nommé, en 1817, directeur de la manufacture des Gobelins, et devint, plus tard, contrôleur des dépenses de la maison du roi. On a de lui : *Voyages entrepris dans les gouver-*

nements méridionaux de l'empire de Russie, dans les années 1793 et 1794, par le professeur Pallas, traduit de l'allemand, avec Tonnelier (1805-1811); *Mémoires sur les couleurs inaltérables pour la teinture, etc.*, suivis du rapport fait, à ce sujet, par Vauquelin, Gay-Lussac et Berthollet (Paris, 1814).

REICHENBACH (GEORGES DE).

(Né à Durlach en 1772, mort en 1826.)

Il fonda, en 1811, à Munich, avec Fraunhofer, une fabrique d'instruments d'optique et de mathématiques, dont les produits surpassèrent tout ce qui avait été obtenu jusqu'alors, pour la grandeur des cercles, la finesse et l'exactitude de leurs divisions, enfin pour la perfection des verres, fabriqués dans l'établissement même.

Reichenbach avait fait ses études à l'école militaire de Mannheim : il avait été officier d'artillerie; c'est d'après ses plans que fut établie la manufacture de canons rayés de Vienne.

BŒCKMANN (CHARLES-GUILLAUME, FILS DE JEAN).

(Né à Carlsruhe en 1773, mort en 1821.)

Professeur de Physique à l'Université d'Heidelberg. Il a laissé un grand nombre d'ouvrages, dont les principaux sont : *Guide pour l'enseignement et l'étude de la Physique* (1805); *Essai sur la chaleur donnée à divers corps par les rayons du soleil.*

YOUNG (THOMAS).

[Né à Milverton (Somerset) en 1773, mort en 1829.]

Sa famille appartenait à la secte des quakers. Il passa ses premières années près de son grand père maternel, qui l'initia de bonne heure à la culture des lettres. A huit ans, il fut pris en affection par un arpenteur instruit, qui l'emmenait dans ses courses géodésiques et lui montrait l'usage des instruments. Il se mit alors à apprendre les éléments de Mathématiques nécessaires à l'intelligence des opérations et des calculs relatifs à l'arpentage. Il apprit ensuite le grec, le latin, le français, l'italien, l'hébreu, le persan et l'arabe.

En même temps il se prenait de passion pour la Botanique, et poursuivait ses études mathématiques jusqu'au point de pouvoir lire la *Théorie des fluxions*.

Placé comme condisciple chez les parents d'un riche petit paresseux, il devint bientôt le maître du précepteur commun, et rédigea une analyse de tous les systèmes philosophiques professés dans les différentes écoles grecques.

Dans un voyage à Londres, il apprit du docteur Higgins les éléments de la Chimie, et le docteur Broklesby, son oncle maternel, fier de ses succès, commença à le mettre en relations avec les savants que possédait alors l'Angleterre.

Arrivé au moment de choisir une carrière, Young se décida pour la Médecine; il commença ses études médicales à Londres, et se fit recevoir docteur l'année suivante (1795) à Gœttingue.

Il s'était déjà fait connaître par une polémique contre le docteur Beddoës, au sujet d'une théorie sur le calorique, et par un Mémoire sur la vie des araignées.

A vingt ans, il adressa à la Société royale une théorie de la vision, que le Conseil accueillit et fit insérer dans les *Transactions philosophiques*. La question la plus difficile que présente cette théorie est, comme on sait, d'expliquer comment la vue peut rester nette à des distances très différentes de l'objet visé. Kepler, Descartes, Poterfield, Musschenbroeck, Sauvage, Bourdelot, avaient déjà deviné que le fait devait tenir à la faculté qu'a l'œil de se mettre lui-même *au point;* mais c'est à Young qu'on doit d'avoir démontré, à l'aide d'observations directes, que le cristallin est doué d'une constitution musculaire qui lui permet les changements de forme, et par conséquent de courbure, nécessaires pour que l'image nette puisse toujours se former sur la rétine. Les preuves fournies par Young ont d'abord été contestées; on n'y fait plus d'objections aujourd'hui.

La plus belle découverte de Young est celle de la théorie physique des interférences lumineuses; c'est lui qui, le premier, montra par une expérience décisive que deux faisceaux lumineux, partis d'un même point et auxquels on a fait suivre des chemins légèrement différents, se neutralisent en partie à leur nouveau point de croisement, lorsque la différence des longueurs des chemins qu'ils ont parcourus est une quantité convenable, et que, suivant la grandeur de cette différence, l'éclipse a lieu tantôt pour une des couleurs du prisme, tantôt pour une autre.

C'est cette belle expérience qui fournit enfin la première explication nette et claire de tous les phénomènes d'irisation observés par Grimaldi, par Hoock, par Newton, et qui étaient restés le cauchemar des physiciens. C'est aussi cette théorie nouvelle qui suggéra à Young l'idée de son ériomètre, au moyen duquel on

peut mesurer sans difficulté les dimensions des plus petits corps, des globules du sang, des poussières séminales des végétaux, des fils des toisons les plus fines, etc.

Depuis, Young s'associa avec joie aux brillants débuts de Fresnel, l'aida et le fortifia par ses conseils et ses encouragements.

Nous avons déjà dit que Young était universel. On n'en doutera pas un instant quand on saura que c'est à Young qu'est due cette inspiration lumineuse, que, dans les inscriptions égyptiennes, les mots ou phrases enfermés dans de longues parenthèses elliptiques, ou cartouches, étaient restés en caractères phonétiques, tandis que les signes non enfermés restaient idéographiques. Il se trompa ensuite généralement dans toutes les lectures qu'il tenta de faire, mais les travaux de Champollion ont montré depuis que l'idée qu'il avait eue était juste.

Young a toujours fait plus ou moins de pratique médicale; mais il réussissait peu auprès des malades, il paraissait trop peu sûr de lui-même. On trouvera, du reste, l'expression nette des appréhensions qu'il devait éprouver en signant une ordonnance, dans ces quelques phrases tirées des leçons qu'il faisait à l'hôpital Saint-George :

« Aucune étude n'est aussi compliquée que celle de la Médecine. Elle surpasse les bornes de l'intelligence humaine. Les médecins qui se précipitent en avant, sans essayer de comprendre ce qu'ils voient, sont souvent aussi avancés que ceux qui se livrent à des généralisations hâtives, appuyées sur des observations à l'égard desquelles toute analogie est en défaut.

« Dans les loteries de la Médecine, les chances du possesseur de dix billets doivent être évidemment supérieures à celles de qui n'en a que cinq. »

Il paraît, au reste, que Young avait d'assez bonnes raisons pour se prononcer de cette sorte. Il avait mis le docteur Brown dans la nécessité de convenir, d'après les documents officiels tirés des registres d'un hôpital de Londres, qu'en masse, les malades abandonnés à eux-mêmes se tiraient aussi bien d'affaire que ceux que l'on soignait par les meilleures méthodes.

Young, nommé en 1818 secrétaire du Bureau des Longitudes, cessa à peu près de s'occuper de Médecine, pour travailler plus activement au *Nautical Almanac*. Lord Brougham, alors directeur de la *Revue d'Édimbourg*, le poursuivit, dans ses nouvelles fonctions, de critiques amères et injustes, qui aboutirent enfin à la suppression momentanée, par arrêt du Parlement, du Bureau même des Longitudes, dont l'Annuaire était représenté comme un objet de honte pour l'Angleterre. Ces ineptes tracasseries, tempérées à peine par les honneurs et la considération accordés à Young en France, abrégèrent singulièrement ses jours. Il s'était plaint souvent de n'avoir été qu'une nouvelle Cassandre, à qui ses contemporains ingrats refusaient d'accorder leur confiance; ses concitoyens, en effet, l'ont à très peu près méconnu, jusqu'à ce que le reflet de sa gloire leur fût revenu de France.

Il avait pour maxime que *chaque homme peut faire ce que tout autre homme a fait,* et il en a donné de singuliers exemples, jusqu'à lutter d'adresse avec des funambules et à étonner des écuyers du cirque par ses exercices de haute voltige. Il jouait de tous les instruments de musique connus, depuis le violon jusqu'à la cornemuse écossaise, et se trouvait aussi à l'aise dans les salons les plus raffinés de Londres que sur son siège de membre de la Société royale.

Il serait impossible de donner ici une liste, même approxima-

tive, des innombrables ouvrages ou Mémoires que Young a laissés. Nous citerons seulement les principaux. Ce sont : *Principes de la philosophie naturelle* (Londres, 1807, 2 vol. in-4, de 800 pages chacun'); *Introduction à la littérature médicale, renfermant un système de nosologie pratique* (Londres, 1813); *Abrégé des découvertes récentes sur la littérature hiéroglyphique* (Londres, 1823); *Hiéroglyphes recueillis par la Société égyptienne et mis en ordre par Th. Young* (Londres, 1823-1828); *Petit résumé des théories de mécanique et des machines*, traduit par Hachette; Mémoires *Sur les usines où l'on travaille le fer; Sur la stabilité des arches des ponts; Sur l'atmosphère lunaire. Théorie mathématique des courbes épicycloïdales; Sur les moyens de fortifier la charpente des vaisseaux de ligne; Théorie des marées; Calcul des éclipses; Sur le frottement des axes des machines; Description d'un operculaire; Sur le jeu du cœur et des artères; Sur les maladies de poitrine; Sur la fièvre jaune; Restitution et traduction de diverses inscriptions grecques; Essais de grammaire*, etc. On lui doit encore des articles dans le *Nichol's Journal*, la *Quarterly Review* et l'*Encyclopædia britannica*. Ses *Œuvres choisies* ont été publiées à Londres, en 1855 (4 vol. in-8).

LANCRET (MICHEL-ANGE).

(Né en 1774, mort en 1807.)

Admis à l'École Polytechnique dès sa fondation, il prit part à l'expédition d'Égypte, fut nommé membre de l'Institut du Caire, et fit partie de la commission chargée de la publication du grand

ouvrage qui devait comprendre les documents scientifiques et historiques recueillis en Égypte. Il a donné des formes plus simples aux expressions des angles de contingence et de torsion.

RIGAUD (ETIENNE-PIERRE).

[Né à Richmond (Comté de Surrey) en 1774, mort en 1839.]

Il appartenait à une famille d'origine française que la révocation de l'édit de Nantes avait forcée de s'expatrier. Il fit ses études au collège d'Exeter et y remplit divers emplois académiques, jusqu'en 1810, époque où il devint *savilian professor* de Géométrie. Il fut nommé membre de la Société royale de Londres, en 1805, directeur de l'observatoire de Radcliffe, et professeur d'Astronomie à l'Université d'Oxford en 1827.

On avait longtemps regardé comme perdues les observations originales d'où Bradley avait conclu le phénomène de l'aberration des étoiles. On savait que le manuscrit avait été donné à l'Université d'Oxford, mais on ignorait ce qu'il était devenu, depuis 70 ans. Rigaud le retrouva heureusement dans les papiers d'un de ses prédécesseurs dans la chaire d'Astronomie et le fit rendre à l'Université, il le publia en 1831 sous le titre : *Œuvres mêlées et correspondance de Bradley;* il fit paraître, peu de temps après, comme supplément à cet ouvrage, un recueil de manuscrits sur l'Astronomie de Thomas Harriot, où se trouvent mentionnées des observations sur les satellites de Jupiter et sur les taches du soleil.

Rigaud a publié de nombreux mémoires de Physique, d'As-

tronomie et de Mathématiques, dans l'*Edinburg Philosophical journal*, le *Journal of Science*, etc.

BAILY (FRANCIS).

(Né en 1774, mort en 1844.)

Il s'occupa d'abord de commerce et de finance, mais devenu possesseur d'une grande fortune il abandonna les affaires, en 1823, pour s'adonner à la Science.

Fondateur et Président de la Société astronomique de Londres, il devint bientôt correspondant de l'Institut de France.

Ses principaux travaux ont eu pour objet la réorganisation du *Nautical Almanac*, la fixation du *yard*, unité de longueur, une nouvelle détermination de la densité de la Terre, la revision du catalogue des étoiles et un grand nombre de *comptes rendus* à la Société Astronomique.

DUMÉRIL (ANDRÉ-MARIE-CONSTANT).

(Né à Amiens en 1774, mort à Paris en 1860.)

Son père avait été juge au tribunal civil d'Amiens. « Ses premières courses, dit M. Flourens, ses premiers ébats eurent pour objet de recueillir des insectes. Curieux et pétulant, plus pressé du besoin de communiquer que de celui de réfléchir, il enrôlait ses petits compagnons pour leur faire subir une sorte d'enseignement.... Les choses allèrent ainsi jusqu'à sa dix-septième année. Il fallut alors, contraint par la médiocrité de sa fortune,

que Duméril s'éloignât du foyer paternel. Envoyé à Rouen pour être admis à une sorte d'apprentissage chez un droguiste, l'excellent jeune homme intéressa, par sa courageuse résignation, le maître auquel il était confié. A quelque temps de là, l'Académie des Sciences de Rouen décernait un prix de botanique au jeune apprenti.

« Un chirurgien habile l'admit à son enseignement. Ses progrès furent assez rapides pour qu'après quelques mois on le nommât prévôt d'Anatomie. Le district de sa ville natale, ayant à envoyer un élève à l'École de santé qui venait d'être fondée à Paris, le désigna. Il y vint. Après un an, il obtenait au concours la place de prosecteur. Rendu confiant par le succès, il se présenta pour les fonctions de chef des travaux anatomiques à l'École pratique. Il avait pour concurrent Dupuytren, et l'emporta... « Sur dix-neuf votants, écrivait-il à son père, j'ai obtenu quinze « suffrages. Quand j'y pense, je crois rêver. » Il disait plus tard : « J'ai réussi parce qu'à cette époque Dupuytren n'était pas « fort. »

Il forma alors avec Cuvier les liens d'une amitié qui ne s'est pas démentie depuis. Cuvier venait d'être envoyé à l'École Normale comme candidat professeur; il n'avait encore étudié que les animaux dits à sang blanc. Ce fut Duméril qui lui donna, dans l'intimité, les premières notions de l'Anatomie des vertébrés. Peu de temps après, Duméril devenait à son tour l'élève du grand naturaliste, qu'il aida dans la rédaction de ses premiers travaux. Cuvier continua de se servir de ses lumières pour les recherches de myologie et de névrologie, comme il se servait de celles de Brongniart pour résoudre les difficultés que lui présentait la Géologie, dans ses études sur les fossiles. « Pour juger de

la valeur de Duméril, il faut, disait-il, l'entendre faire une démonstration myologique ou névrologique. »

Duméril fut nommé à vingt-sept ans professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine (1801). Il y enseigna successivement la Pathologie et la Physiologie et fut élu membre de l'Académie des Sciences en 1816, en remplacement de Tenon. Il succéda à Cuvier comme professeur d'Histoire naturelle à l'École centrale du Panthéon, et, en 1825, à Lacépède, dont il était le suppléant depuis 1803, dans sa chaire d'Erpétologie et d'Ichthyologie du Muséum. Il était médecin consultant de Louis-Philippe; il avait été fait chevalier de la Légion d'honneur sous la Restauration; il fut promu au grade d'officier en 1837 et nommé commandeur en juin 1860. Ses principaux ouvrages sont : *Traité élémentaire d'histoire naturelle* (1804), ce traité a eu cinq éditions dont la dernière est de 1846; *Zoologie analytique* (1806); *Considérations générales sur la classe des insectes* (1823); *Histoire naturelle des poissons et des reptiles*, insérée dans la *Bibliothèque populaire; Erpétologie générale* (1835-1854); *Ichthyologie analytique* (1856).

Le *Magasin encyclopédique*, le *Bulletin de la Faculté de Médecine* et le *Dictionnaire des Sciences naturelles* contiennent en outre de lui un grand nombre d'articles sur la Zoologie, l'Anatomie et la Physiologie.

On peut dire que Duméril a été le véritable créateur de l'histoire des reptiles. « Son livre de l'*Erpétologie*, dit M. Flourens, est le seul ouvrage complet qui existe sur la classe si nombreuse et si peu connue des reptiles. Il n'a pas moins de dix volumes. L'auteur a mis, pendant vingt ans, une infatigable ardeur à le préparer, à le rédiger, à classer toutes les espèces. De la collection

de reptiles qu'il avait créée, et dont la démonstration fut l'un des joies de sa vie, il disait à juste titre : « C'est la plus nom-« breuse qu'on ait en Europe et dans le monde. J'éprouve un « orgueil national à le proclamer. » Enfin Duméril a fondé la première *ménagerie de reptiles*, et c'est là un service réel. La dépouille ne permet que la description anatomique et la classification; une étincelle de vie fait un être qui, quelle que soit son infériorité relative, devient l'objet de ces observations philosophiques dont le lieu se retrouve partout. »

La Science doit à Duméril une des plus belles découvertes du siècle sur l'Anatomie comparée. Il cherchait à débrouiller le chaos des muscles du cou et y trouvait des difficultés insurmontables, parce que la tête lui paraissait une partie sans analogues. L'idée lui vint alors d'assimiler la tête, considérée dans son ensemble, à une simple vertèbre, et de comparer les muscles qui l'unissent aux autres vertèbres à ceux qui unissent les vertèbres entre elles.

« On était alors trop peu avancé, dit M. Flourens, pour saisir tout ce qu'un pareil rapprochement avait d'important. On l'était si peu que les camarades de Duméril ne l'abordaient ensuite qu'en lui demandant ironiquement des nouvelles de sa vertèbre pensante. Mais le temps marche et les questions grandissent. Quelques années plus tard, les belles analogies du crâne et des vertèbres étaient mises en évidence par Oken. »

« Duméril est l'idéal du caractère franc des Picards, » disaient ses condisciples. Ami sûr et zélé, il excellait partout où le cœur est essentiel. En 1803, à l'occasion d'une élection prochaine à l'Académie, Cuvier lui écrivait : « Je n'ai jamais été si embarrassé de ma vie que je le suis entre Geoffroy, Brongniart et toi. »

Duméril ne se présenta pas. A la fois laborieux et simple, il avait su écarter de sa vie les fiévreuses émotions que donne l'ambition, pour ne goûter vraiment que les affections de la famille et ces longues amitiés qui l'unirent à ce que son temps comptait d'hommes remarquables.

BIOT (JEAN-BAPTISTE).

(Né à Paris en 1774, mort en 1862.)

Mathématicien, astronome, physicien et chimiste. Biot fut admis à l'École Polytechnique en 1794, après avoir servi quelque temps dans l'artillerie. A sa sortie de l'École, il occupa une chaire à l'École centrale de Beauvais; puis fut nommé, en 1800, professeur de Physique au Collège de France, et, trois ans après, membre de l'Académie des Sciences. Il entra à l'Observatoire de Paris en 1804 et fit partie bientôt après du Bureau des Longitudes.

Il s'associa à Arago pour la détermination des pouvoirs réfringents des gaz et à Gay-Lussac pour différentes recherches.

Il partit avec Arago en 1806 pour aller en Espagne prolonger la triangulation méridienne commencée par Méchain. Il fut nommé professeur d'Astronomie physique à la Faculté des Sciences de Paris en 1809, membre de l'Académie des Inscriptions vers 1815 et membre de l'Académie Française en 1856.

Outre divers écrits purement littéraires, tels notamment qu'un *Éloge de Montaigne*, qui obtint une mention honorable à l'Académie Française, et une foule de Mémoires, répartis dans différents recueils, où Biot traite de l'intégration des équations aux diffé-

e polarisation, qui coïncide avec le plan de réflexion, est idiqué, sur le cercle divisé, par la position que l'on doit donner l'alidade pour que le prisme ne donne qu'une image unique, ormée par la réfraction ordinaire. La division du cercle où arrête l'index de l'alidade est ce qu'on appelle le « point zéro e la polarisation directe. » Il est avantageux que ce point oïncide avec le zéro des divisions tracées sur le cercle. Le plan e réflexion étant vertical et le zéro des divisions étant placé au ommet supérieur du cercle, le prisme biréfringent devra être fixé ur l'alidade dans une position telle que l'image extraordinaire oit nulle ou presque insensible, quand l'index de l'alidade sera mené sur 0°.

« Les choses étant disposées ainsi, prenez, dit Biot, des ubes creux, de terre ou de métal, terminés par des glaces minces faces parallèles; puis ayant rempli l'un d'eux avec certains iquides, tels que l'eau, l'alcool, etc., interposez ces plaques iquides dans le trajet du faisceau polarisé, avant qu'il arrive au risme biréfringent amené sur le point zéro. L'image, extraordinaire, qui était nulle ou insensible, restera telle; et, par conséquent, la polarisation, primitivement imprimée par la réflexion, l'aura pas été troublée. Tous les liquides qui la laissent ainsi ubsister sans dérangement sont ce que j'appelle *moléculairement inactifs*. Ils le paraissent du moins pour nos sens, dans les imites d'épaisseur restreintes où nous les pouvons étudier.

« Mais une multitude d'autres liquides, tels que les dissoluions de diverses espèces de sucres, la plupart des huiles essenielles, les solutions d'acide tartrique et de ses sels, ou de ses lérivés, les solutions de diverses fécules par des acides, dans tous es états de désagrégation, enfin une foule de liqueurs animales

ou végétales, étant interposées de même, troublent la polarisation primitive et la transportent, pour chaque rayon simple, dans un autre plan que celui où elle avait lieu d'abord. Cela se voit tout de suite parce que l'image extraordinaire, qui était précédemment nulle, reparaît immédiatement; et même, si le liquide interposé laisse passer des rayons de diverses réfrangibilités, ce qui est le cas habituel, cette image paraît colorée parce que le plan de polarisation des rayons transmis est dévié inégalement selon que leur réfrangibilité est différente. Pour étudier isolément cet effet, au moins sur l'un d'eux, il faut interposer entre le prisme et l'œil une plaque de ces verres rouges colorés par le protoxyde de cuivre, qui, lorsqu'ils sont suffisamment épais, ne transmettent qu'une seule espèce de rayons, voisins du rouge extrême du spectre. Alors l'image extraordinaire qui reste visible est uniquement composée de ces rayons rouges sensiblement homogènes. Or, en tournant l'alidade du prisme vers la droite ou vers la gauche de l'observateur, on retrouve toujours une nouvelle position où cette image devient nulle, comme elle l'était primitivement; de sorte que l'arc parcouru par l'alidade, depuis le point zéro, mesure l'angle de déviation que le plan de polarisation des rayons rouges purs a subi, vers la droite ou vers la gauche de l'observateur, en traversant le liquide interposé. Cet angle pour chaque liquide est proportionnel à l'épaisseur interposée; et il reste invariable quand on agite le liquide dans son tube, ou qu'on écarte ses particules les unes des autres, en le mêlant avec des liquides inactifs qui n'agissent pas sur lui chimiquement. Par ces résultats, et même par le seul fait de la non-symétrie de l'action exercée ainsi dans les liquides, sous l'incidence perpendiculaire, on voit que la déviation totale observée est la somme des

déviations infiniment petites imprimées successivement au rayon par les groupes moléculaires actifs disposés sur son trajet. De sorte que le sens de cette déviation et sa grandeur, pour l'unité de masse active traversée, sont deux phénomènes de la constitution actuelle des particules agissantes, dans lesquels leur mode d'agrégation accidentel n'intervient pas. Les substances qui dévient ainsi les plans de polarisation des rayons lumineux, dans un certain sens propre, en vertu de leur action moléculaire, sont ce que j'appelle des substances *moléculairement actives.* On ne peut évidemment leur attribuer cette dénomination qu'en étudiant leurs effets dans l'état libre et désagrégées de leurs groupes matériels, conséquemment après les avoir liquéfiées par la fusion ou la dissolution dans des liquides inactifs; car l'agrégation accompagnée de l'état cristallin, peut développer des actions de masse qui imitent celles-là, sans que les molécules isolées ou agrégées confusément, hors de l'état cristallin, les exercent. C'est ce qu'on observe dans le quartz. »

Cette description de Biot concerne spécialement l'action exercée sur le rayon rouge pur. Pour la lumière blanche : on trouve d'abord que les images ordinaire et extraordinaire ont des teintes variables suivant des lois parfaitement déterminées, mais on trouve de plus que, « dans la succession des teintes extraordinaires qui apparaissent à mesure que le prisme tourne, il y en a une facilement reconnaissable, qui répond, avec une approximation singulière, à la déviation des rayons purs, et que l'on peut ramener à celle des rayons transmis par les verres rouges, en la multipliant par $\frac{23}{30}$. Cette teinte est d'un violet bleuâtre; elle se produit immédiatement après le bleu intense et précède immédiatement le rouge jaunâtre, et, tant par sa

nature spéciale que par son opposition tranchée avec les de autres, entre lesquelles elle est toujours comprise, il est impc sible de ne pas la reconnaître avec une parfaite évidence quai on l'a seulement cherchée une fois par les caractères précédents Or, non seulement l'observation ainsi faite est infiniment pl facile et plus prompte qu'avec le verre rouge, mais l'appariti des couleurs, jointe à leur changement soudain autour du po: de passage, devient un indice tellement sensible, que, I exemple, un millième en poids de sucre de canne, dissous da l'eau, manifeste ainsi son pouvoir rotatoire avec évidence, à trav une épaisseur d'un demi-mètre... » Cette teinte de passage appelée ordinairement *teinte sensible;* sa nuance rappelle as: celle des fleurs du lin.

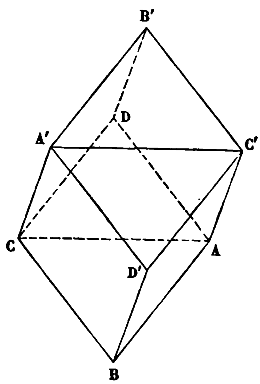
Tel est le principe du *polarimètre.* Nous allons indiqu les conditions dans lesquelles ses différentes parties doivent ê établies.

Le miroir polariseur est en verre noir; il doit être dirigé façon à polariser aussi complètement que possible les rayc qu'il réfléchit suivant l'axe de l'appareil. Il doit, par conséque faire avec cet axe un angle de 35° 30′ environ, angle de pola sation du verre. Cette direction ne peut être obtenue que I l'expérience : pour cela, le miroir, mobile autour d'une lig perpendiculaire à l'axe de l'instrument, est mis en mouvemen l'aide d'une vis; on analyse le rayon réfléchi au moyen du prisı biréfringent et l'on fixe le miroir lorsque la polarisation obser est complète. La lumière des nuées est celle sur laquelle il le plus facile d'opérer. Mais l'observateur doit avoir les ye garantis de la lumière extérieure : pour cela, le *polarimètre* lacé dans une chambre obscure de laquelle le miroir polarise

émerge par une petite ouverture. Un volet permet de donner du jour, lorsque besoin est, par exemple. pour lire les divisions sur le cercle gradué.

« Le prisme biréfringent, dit Biot, doit être tel, qu'un rayon de lumière naturelle, en s'y réfractant, se résolve seulement en deux faisceaux polarisés dans des sens rectangulaires. La manière la plus simple, ainsi que la plus sûre, de remplir cette condition m'a paru être la suivante. Ayant choisi un petit rhomboïde de chaux carbonatée bien pure et d'une constitution régulière, dont la section principale est ACA'C' (*fig.* 2), je le coupe par un plan

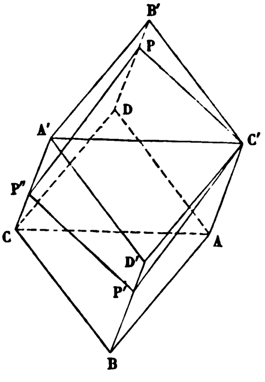
Fig. 2.



perpendiculaire à cette section et incliné seulement de 3° ou 4° sur la base naturelle ABCD; de manière que le parallélisme primitif de ses faces supérieure et inférieure se trouve ainsi légèrement altéré dans le sens de la section principale, comme le représente la *fig.* 3, où l'on a tracé la coupe oblique C'PP'P'' par des lignes pleines. Cela fait, si un rayon de lumière polarisé est introduit

dans ce prisme rhomboïdal, perpendiculairement à sa face naturelle ABCD, il se divise d'abord intérieurement en deux faisceaux d'égale intensité, qui se meuvent dans le plan de la section principale du point d'incidence, avec des sens de polarisation rectangulaires. Arrivés à la surface artificielle et oblique C'PP'P", ces faisceaux ne se dédoublent pas en sortant du cristal. Chacun d'eux

Fig. 3.



reste simple dans son émergence, en conservant le même sens de polarisation qu'il avait reçu antérieurement. L'obliquité de la face d'émergence les sépare seulement davantage; mais, étant très petite, elle n'altère pas sensiblement l'égalité primitive de leurs intensités, de sorte que toutes les conditions indiquées plus haut se trouvent remplies. Il ne reste qu'à corriger la dispersion chromatique que les deux faisceaux ont subie et qui s'est principalement opérée dans leur émergence. Pour cela, on remplace la portion enlevée du rhomboïde par un prisme de verre de même sens et d'un angle tel que l'achromatisme soit rétabli, non pas

exactement, car il ne peut l'être, mais aussi approximativement que possible, surtout dans l'image extraordinaire, qui est celle dont les teintes servent le plus spécialement d'indices pour les déviations. Ce prisme compensateur étant ainsi choisi, on le colle à la face artificielle du cristal, par une mince couche d'essence de térébenthine épaissie; et ce système mixte est ensuite fixé au centre du cercle divisé, sur l'alidade mobile, de manière que la face naturelle reçoive immédiatement le faisceau lumineux réfléchi par le miroir. »

Une autre condition à observer dans la construction du *polarimètre* est que les diaphragmes qui limitent le faisceau réfléchi soient suffisamment étroits, pour que le prisme puisse séparer complètement les deux images formées, sans cependant que ces images soient trop éloignées l'une de l'autre, ce qui empêcherait de les comparer facilement.

Les tubes dans lesquels on introduit le liquide à examiner sont en cuivre ou en verre; cette dernière substance, étant moins attaquable, doit être préférée. Pour les tubes en cuivre, les lames de verre qui en ferment les extrémités sont fixées avec du mastic à la céruse à des bouchons de cuivre rodés intérieurement ou taraudés, et qui peuvent être facilement enlevés. Pour les tubes de verre, les lames sont appliquées aux extrémités au moyen d'un peu de suif; le plus souvent, les tubes de verre sont enfermés dans une garniture en laiton, qui se termine par des bagues à vis servant à fixer plus solidement les lames de verre. Dans tous les cas, les tubes employés doivent avoir des longueurs exactement déterminées. Quand ils sont très longs, il est nécessaire de disposer dans leur intérieur des diaphragmes métalliques. On doit les remplir exactement et éviter de laisser des bulles d'air à

l'intérieur : celles-ci pourraient intercepter le passage de la lumière.

Lorsqu'on veut opérer à des températures un peu élevées, on se sert de tubes métalliques entourés d'un manchon en laiton, dans lequel on verse le liquide chauffé à la température voulue. Les tubes renfermant les liquides à examiner sont disposés entre le miroir et le prisme et supportés sur des fourchettes métalliques articulées, qui permettent de leur donner toutes les positions possibles. Enfin, l'appareil est placé sur une table à rainure, à laquelle les supports peuvent être fixés au moyen de vis de pression.

Pour déterminer le pouvoir rotatoire d'une liqueur, on mesure avec le *polarimètre*, disposé d'après les indications qui précèdent, l'angle de rotation de la lumière polarisée; on fait un certain nombre de lectures successives, en ramenant chaque fois par l'observation l'alidade vers le zéro, c'est-à-dire en remplaçant le tube plein de substance active par un autre plein d'eau et cherchant à trouver la teinte sensible, puis on prend la moyenne. Le pouvoir rotatoire moléculaire d'une substance étant l'arc de déviation qu'elle imprimerait au plan de polarisation du rayon rouge extrême du spectre, en agissant isolément sur lui sous une épaisseur égale à l'unité de longueur et avec une densité idéale égale à 1, il faut ramener à ces conditions celles dans lesquelles l'observation directe a été faite et tenir compte du liquide dans lequel le corps observé se trouvait en dissolution. Cela se fait au moyen d'un calcul très facile pour lequel Biot a donné la formule suivante :

$$\alpha = \frac{a}{l \varepsilon \mathrm{P}},$$

dans laquelle α est le pouvoir rotatoire moléculaire cherché, a

l'arc de déviation observé à l'aide du *polarimètre, l* la longueur du tube, P la densité du mélange liquide et ε la proportion pondérale de substance renfermée dans chaque unité de masse de la solution.

En dehors de ses applications scientifiques, le *polarimètre* peut rendre à l'industrie des services précieux. Les sucres ayant une action sur la lumière polarisée, on peut, au moyen du *polarimètre*, déterminer la quantité de sucre qui se trouve contenue dans un liquide; bien plus, les différents sucres, ayant des pouvoirs rotatoires divers, on peut, en s'aidant de réactions chimiques que nous n'avons pas à rapporter ici, mesurer les proportions de divers sucres qui se trouvent dissoutes dans un même liquide. Le polarimètre permet aussi de diagnostiquer le diabète sucré. Enfin on l'emploie pour reconnaître la pureté des matières commerciales douées de pouvoir rotatoire. Le seul reproche que l'on puisse faire à cet instrument est de nécessiter un petit calcul pour utiliser les indications qu'il fournit. C'est ce qui fait que, pour les essais courants des sucres et des urines, on l'a remplacé par le saccharimètre et le diabétomètre, instruments très compliqués et beaucoup moins exacts, mais qui donnent d'eux-mêmes, sans aucun calcul, les résultats cherchés.

MALUS (ÉTIENNE-LOUIS).

(Né à Paris en 1775, mort en 1812.)

Il était fils de Anne-Louis Malus de Mitry, trésorier de France. Il avait été admis en 1793 à l'École du génie de Mézières. L'École ayant été supprimée, il s'enrôla comme volontaire

au 15e bataillon de Paris et fut dirigé vers Dunkerque, où quelques conseils qu'il eut l'occasion de donner sur la manière de diriger les travaux de fortification passagère le firent remarquer de l'ingénieur des ponts et chaussées, qui l'envoya à l'École Polytechnique.

Promu au grade de sous-lieutenant du génie le 20 février 1796 et nommé la même année capitaine, il fut dirigé sur l'armée de Sambre-et-Meuse, dont il partagea les glorieux travaux.

Il tenait garnison à Giessen, où il était sur le point d'épouser la fille du professeur Roch, lorsqu'il se trouva désigné pour faire partie de l'expédition d'Égypte. Son activité continuelle et les services journaliers qu'il rendait à l'armée le firent bientôt remarquer. Il devint l'ami de Caffarelli et de Kléber.

Nommé membre de l'Institut d'Égypte, il mêlait à ses travaux, comme officier du génie, des recherches scientifiques de tous genres, et au milieu des horreurs de la guerre il n'oubliait pas les droits de l'humanité, en faveur desquels il lui arriva souvent de protester auprès de ses chefs. Les premiers succès de l'armée ne l'avaient pas ébloui; il prévoyait les revers et se multiplia pour en atténuer la grandeur. Chargé du commandement en chef de Jaffa, où les horreurs commises après la prise de la ville n'avaient pas peu contribué à développer la peste, il cumulait les fonctions de chef militaire, d'administrateur, de médecin et de consolateur; il vit périr successivement tous ses amis. « Gros aurait pu légitimement, dit Arago, peindre l'image de Malus dans l'admirable tableau dont l'art moderne lui est redevable, au lieu de quelques-unes de ces figures de convention qui ne pénétrèrent jamais dans les salles encombrées alors de morts et de mourants. » Épuisé par tant d'efforts, Malus gagna lui-même la peste ; son énergie sans

oute le sauva, mais on peut juger de ce qu'il dut souffrir durant ne longue convalescence où, transporté de lazaret en lazaret, il esta près de deux mois pêle-mêle avec les morts et les mourants. Kléber le nomma chef de bataillon le 21 octobre 1799. Il etrouva la peste à Lesbiéh, dont on lui avait donné le commanement; mais il sut en arrêter le développement. Il prit personiellement part à la bataille d'Héliopolis, et, le jour même de la ictoire, il partit pour aller reprendre, maison à maison, Le Caire, ui s'était révolté pendant notre absence.

Malus quitta l'Égypte avec l'armée française en 1801. Aussitôt le retour en France, il courut à Giessen pour y rejoindre sa fianée et l'épousa. En 1802 et 1803, il était à Lille; en 1804, il alla Anvers, pour y compléter les travaux du port; en 1805, il fut ttaché à l'armée du Nord; de 1806 à 1808, il fut sous-directeur les fortifications de Strasbourg, où il présida à la reconstruction lu fort de Kehl. Il revint à Paris en 1809 et devint major du génie en 1810.

Malus s'était déjà occupé sous sa tente à Lesbiéh, au milieu des ravages produits par la peste, de la théorie de la lumière; mais le Mémoire qu'il adressa alors à l'Institut d'Égypte n'offre que des développements théoriques sans valeur, fondés sur l'hypothèse de l'émission, à laquelle, au reste, il ne renonça jamais. En avril 1807, il présenta à l'Académie des Sciences son *Traite d'optique analytique*, qui, sur le rapport de Lagrange, Laplace, Monge et Lacroix, fut inséré dans le *Recueil des savants étrangers*. Cet ouvrage ne contient encore rien de bien important.

Dans un autre Mémoire de la même année 1807, Malus, mettant à profit la méthode proposée peu auparavant par Wollaston pour la détermination des pouvoirs réfringents des substances

diaphanes ou opaques, cherchait à en tirer des preuves en faveur de l'hypothèse de l'émission; Malus, on le voit, n'avait pas encore trouvé sa voie. C'est en quelque sorte le hasard qui l'y mit.

Il examinait de sa maison, rue d'Enfer, à travers un cristal biréfringent, les rayons du soleil, réfléchis sur les vitres du palais du Luxembourg; au lieu de deux images qu'il devait s'attendre à trouver, il n'en aperçut qu'une; le cristal, suivant son orientation ne laissait passer que le rayon ordinaire ou le rayon extraordinaire. La lumière réfléchie se trouvait jouir des mêmes propriétés singulières que Huyghens lui avait reconnues, lorsqu'elle a déjà subi une première réfraction à travers un cristal biréfringent. L'observation de Huyghens ne se rapportait donc plus à un fait isolé, la polarisation de la lumière allait se produire dans une foule de circonstances. Malus se mit aussitôt à l'œuvre. Dans la nuit même de sa découverte fortuite, il expérimentait la lumière réfléchie par l'eau et déterminait l'angle de 36° sous lequel elle se polarise; il trouvait de même, pour le verre, l'angle de 35°; puis, renversant l'expérience, il dirigeait successivement sur la surface de l'eau les rayons ordinaire et extraordinaire d'un faisceau réfracté par un cristal biréfringent et observait, avec un étonnement croissant, que l'un des deux rayons incidents, l'ordinaire ou l'extraordinaire, suivant l'orientation du cristal, traversait le liquide sans subir de réflexion, l'autre, au contraire, se réfléchissant en partie; de sorte que les phénomènes de réflexion simple allaient pouvoir fournir les moyens de reconnaître la polarisation d'un faisceau lumineux.

L'Académie avait, le 4 janvier 1808, proposé pour sujet du prix de Physique à décerner en 1810 la question de « donner de la double réfraction que subit la lumière en traversant diverse

substances cristallisées une théorie mathématique vérifiée par l'expérience. » Malus, en possession des découvertes qu'il venait de faire, n'attendit pas le terme fixé pour la clôture du concours : dès le 12 décembre 1808, il déposait le Mémoire qui lui valut le prix. Lagrange, Haüy, Gay-Lussac et Biot étaient commissaires.

Bientôt après, 1809-1811, Malus reconnaissait que la lumière réfléchie se polarise toujours partiellement, que la réfraction simple à travers le verre polarise de même en partie la lumière, que la polarisation complète peut être obtenue après plusieurs réfractions à travers des lames parallèles, etc.

Ces beaux travaux de Malus lui valurent des témoignages d'admiration de la part des savants de toute l'Europe. Une place étant devenue vacante dans son sein, l'Académie des Sciences s'empressa d'y nommer Malus (13 août 1810) ; il fut reçu dans la *Société d'Arcueil*, et le Conseil de la Société royale de Londres lui décerna la médaille fondée par Rumford.

AMPÈRE (ANDRÉ-MARIE).

(Né à Lyon en 1775, mort en 1836.)

Il passa ses premières années à Poleymieux-lez-Mont-d'Or, village voisin de Lyon où ses parents, retirés du commerce, avaient acquis une petite propriété. Il eut en 1793 la douleur de voir son père condamné à mort et exécuté comme réactionnaire, accusation sous le couvert de laquelle tant de crimes ineptes purent alors se commettre.

Il fut nommé en 1801 professeur de Physique à Bourg ; c'est là qu'il écrivit ses *Considérations sur la théorie mathématique du*

jeu, ouvrage qui lui valut une chaire au collège de Lyon et, plus tard, une place de répétiteur à l'École Polytechnique. Membre consultatif des arts et métiers en 1806, inspecteur général de l'Université en 1808, professeur d'Analyse à l'École Polytechnique et chevalier de la Légion d'honneur en 1809, membre de l'Institut en 1814, et, peu après, de toutes les sociétés savantes de l'Europe, Ampère souvent embarrassé de ses fonctions et de ses titres, ne se trouvait à l'aise que dans son petit laboratoire de la rue des Fossés-Saint-Victor, d'où allait sortir une des plus importantes découvertes de la Science moderne.

Œrsted avait observé, en 1819, que si l'on dispose, parallèlement à une aiguille aimantée, mobile sur un pivot, un fil métallique traversé dans sa longueur par un courant électrique, l'aiguille quitte le méridien magnétique et se met en croix avec le fil. Toutefois ce phénomène offre des aspects divers, suivant le sens du courant et les positions relatives de l'aiguille et du fil. Ampère trouva la formule qui convient à tous les cas. Supposant un observateur placé dans le courant, la face tournée vers l'aiguille et de telle façon que le courant entre par ses pieds et sorte par sa tête, il nomme *droite* et *gauche* du courant la droite et la gauche de l'observateur, et il énonce ainsi la loi du phénomène : *L'aiguille tend à se mettre en croix avec le courant, de manière que son pôle nord soit à la gauche de ce dernier.* Ampère multiplia les expériences et découvrit en 1820 que les courants électriques agissent aussi les uns sur les autres, ce qui le conduisit à créer une Science nouvelle, l'*Électro-Dynamique*. Il proposa de construire un télégraphe électrique en faisant agir vingt-quatre courants sur vingt-quatre aiguilles aimantées représentant les lettres de l'alphabet.

Si les courants électriques agissent sur les aimants, il doit y avoir réciprocité; Ampère vérifia le fait et en vint bientôt à remarquer que la Terre, qui a toutes les propriétés d'un aimant, exerce une grande influence dans toutes les expériences d'électro-dynamique. Il admit qu'il existe à la surface de la Terre un système de courants parallèles à l'équateur magnétique, marchant de l'est à l'ouest, et que ce sont ces courants qui agissent sur l'aiguille aimantée et sur les courants de nos appareils. Ainsi la Terre agirait, non plus en qualité d'aimant, comme le supposait Gilbert, le médecin de la reine Élisabeth, mais par les courants électriques dont elle est la source et le théâtre. Passant aux phénomènes restés jusqu'alors obscurs du magnétisme et de l'électro-magnétisme, Ampère les expliqua avec la plus grande facilité en faisant voir qu'ils ne sont que des effets de courants qui circulent autour des particules des substances magnétiques, effets qu'il réussit à reproduire à l'aide des *solénoïdes*. La théorie d'Ampère ramène de la sorte les phénomènes de l'électro-dynamique, du magnétisme, de l'électro-magnétisme et du magnétisme terrestre, au seul fait de l'action mutuelle de deux courants.

Ampère contribua avec Arago à l'invention de l'électro-aimant. Tant de découvertes en si peu d'années avaient placé son nom au rang des plus illustres; mais elles ne suffisaient pas à absorber et à satisfaire l'infatigable activité de son génie.

Il s'occupait aussi des questions morales et philosophiques qui préoccupaient ses contemporains à un degré dont nous n'avons plus qu'une faible idée.

On le peint timide, désintéressé, gauche, ignorant des usages du monde, d'une distraction incroyable qui, mieux que toutes ses découvertes, en fit un homme populaire.

Sur la fin de sa vie, il entreprit, dans un travail gigantesque, une classification de toutes les connaissances humaines, sous le titre d'*Essai sur la philosophie des sciences*, ou *Exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines*, ouvrage qu'il a laissé inachevé.

Déjà souffrant depuis plusieurs années, Ampère dut aller inspecter le collège de Marseille. C'est là qu'il mourut d'une affection de poitrine, le 10 juin 1836. Arago raconte que « peu d'instants avant que le mourant perdît entièrement connaissance, M. Deschamps, proviseur du collège de Marseille, ayant commencé à demi-voix la lecture de quelques passages de l'*Imitation*, Ampère l'avertit qu'il savait le livre par cœur. Ce furent ses dernières paroles. »

Les principaux ouvrages d'Ampère sont, outre les deux que nous avons cités et un grand nombre de Mémoires disséminés dans les journaux scientifiques et dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences : *Traité de calcul différentiel et de calcul intégral*, sans nom d'auteur; *Démonstration des lois de la réfraction* (1816, Mém. de l'Institut); *Mémoire sur l'action mutuelle de deux courants électriques...* (1820, Annales de Chimie); *Mémoire sur la théorie mathématique des phénomènes électro-magnétiques* (1827, Mém. de l'Acad. des Sciences); *Considérations philosophiques sur la détermination du système solide et du système nerveux des animaux articulés* (1824, Annales des Sciences naturelles), etc.

M. Valson, doyen de la Faculté catholique des Sciences de Lyon a publié dernièrement, en un beau volume, une étude très complète et très intéressante sur la vie et les ouvrages d'Ampère.

GIRARD (PHILIPPE, DE).

[Né à Lourmarin (Vaucluse) en 1775, mort à Paris en 1845.]

La première invention par laquelle il se fit connaître est celle des lampes hydrostatiques à niveau constant, pour lesquelles il imagina les globes en verre dépoli, dont l'usage est devenu depuis universel. Il apporta, vers la même époque, à la machine à vapeur, quelques modifications qui lui valurent la médaille d'or en 1806.

Napoléon proposa, en 1810, un prix de un million pour l'invention de la meilleure machine à filer le lin. Philippe de Girard résolut le problème en quatre mois et prit un brevet au mois de juillet de l'année même; mais le prix ne fut pas décerné. La Commission élargit alors les conditions du concours et proposa de nouvelles difficultés. Girard se remit à l'œuvre en 1813; mais, cette fois, les événements politiques firent ajourner le concours et la chute de l'empire vint, bientôt après, détruire les dernières espérances du pauvre inventeur.

Arrêté pour dettes au milieu de sa filature et conduit à Sainte-Pélagie, Girard offrit ses métiers au gouvernement de Louis XVIII; mais l'alliance anglaise préoccupait trop la nouvelle dynastie pour qu'elle voulût s'engager en faveur de l'industrie française.

Philippe de Girard accepta alors les offres de l'Empereur Alexandre, et alla fonder, près de Varsovie, une filature qui devint bientôt assez prospère pour donner naissance à une petite ville qui a pris le nom de Girardorff.

Il reçut peu de temps après le titre d'ingénieur en chef des usines de Pologne.

Le séjour de Girard en Pologne fut encore marqué par diverses inventions, parmi lesquelles nous citerons une roue hydraulique destinée à utiliser les chutes d'eau d'une grande hauteur, un procédé pour l'épuration du zinc, etc.

Philippe de Girard tourna de nouveau ses regards vers la France, après 1830. La Société d'Encouragement pour l'industrie nationale lui décerna une médaille d'or en 1842; une autre médaille d'or lui fut accordée par le jury de l'Exposition de 1844; mais il ne réussit pas à faire valoir les droits plus anciens qu'il avait à la reconnaissance de la France.

Le gouvernement français accorda à sa famille en 1853 une pension de 12 000 francs, sur le rapport de M. Charles Dupin, président du jury de l'Exposition de 1849.

GERMAIN (SOPHIE).

(Née à Paris en 1776, morte en 1831.)

Elle fut couronnée en 1815 par l'Académie des Sciences pour un *Mémoire sur les vibrations des lames élastiques*.

M. Charles Henry a donné en 1880, dans le Bulletin de l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, un extrait intéressant de ses manuscrits, relatifs à la théorie des nombres. Sa correspondance avec Gauss a été publiée, par le prince Boncompagni en 1879 et 1880; d'autres lettres d'elle et de Delambre, Fourier, Libri, adressées à elle, ont été imprimées par M. Charles Henry dans la *Revue philosophique* de décembre 1879.

Elle avait laissé des *considérations générales* (Paris, 1879) que M. Stupuy a rééditées sous le titre *Œuvres philosophiques*

de Sophie Germain. **M. Ravaisson en a donné une longue analyse, dans sa *Philosophie du XIXᵉ siècle.***

MOJOU (JOSEPH).

(Né à Gênes en 1776, mort en 1837.)

Il fut nommé professeur de Chimie à Gênes en 1799. Il paraît avoir connu dès 1804 la propriété des courants électriques de dévier l'aiguille aimantée; mais il n'aurait rien su faire de sa découverte.

Son principal ouvrage est *Corso analitico di chimica* (1806).

DUTROCHET (RENÉ-JOACHIM-HENRI).

[Né en 1776 à Néon (Poitou), mort à Paris en 1847.]

Sa famille appartenait à la noblesse du Poitou; son père ayant émigré, tous ses biens furent confisqués. Dutrochet s'engagea comme timonier-novice à Rochefort, mais il alla presque aussitôt rejoindre l'armée des Vendéens. Il vint étudier la Médecine à Paris en 1802, fut nommé médecin militaire en 1808 et partit en cette qualité pour l'Espagne. Atteint du typhus à Burgos, il revint dans sa famille en Touraine en 1809.

Il publia d'abord quelques ouvrages peu intéressants, mais il se fit bientôt après remarquer par son *Histoire de l'œuf des oiseaux avant la ponte* et par ses *Recherches sur les enveloppes du fœtus.* Ce travail lui valut d'être nommé membre correspondant de l'Académie des Sciences (1817). Il publia l'année suivante un mémoire sur les métamorphoses du canal alimentaire

chez les insectes, et démontra que ce canal chez l'insecte parfait n'est qu'une modification de celui de la larve, ce qui avait été contesté.

Il donna, en 1819, ses *Observations sur la structure et la régénération des plumes*, suivies d'une étude sur la peau des vertébrés; en 1821, des *Recherches sur l'accroissement et la reproduction des vegétaux*, qui lui valurent le prix annuel de Physiologie, en partage avec Milne Edwards; en 1822, un *Mémoire sur l'ostéogénie*, et un autre *sur le Développement de la salamandre aquatique, depuis l'œuf jusqu'à l'animal parfait.*

Il fut nommé membre de l'Académie de Médecine en 1823.

C'est en 1828 que parut son œuvre principale : *Nouvelles recherches sur l'endosmose et l'exosmose, suivies de l'application expérimentale de ces actions physiques à la solution du problème de l'irritabilité végétale et de la détermination de la cause de l'ascension des tiges et de la descente des racines.* Ce bel ouvrage le fit entrer à l'Académie des Sciences à la presque unanimité des voix. On peut dire que la découverte des phénomènes d'endosmose et d'exosmose a produit une véritable révolution en Physiologie.

Il publia encore différents mémoires, entre autres les *Recherches physiques sur la force épiploïque.*

BARLOW (PIERRE).

(Né à Norwich en 1776, mort en 1862.)

Fils d'un ouvrier, il parvint sans secours à l'une des plus *hautes* positions scientifiques. Nommé en 1806 répétiteur du

cours de Mathématiques et de Physique à l'École militaire de Woolwich, il fut bientôt après titulaire de la chaire, puis membre de la Société royale de Londres (1823), de la Société d'Astronomie (1829), des Académies de Saint-Pétersbourg et de Bruxelles, enfin correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

Les boussoles embarquées sur les navires, surtout depuis l'emploi des coques en fer, subissaient de la part du vaisseau des déviations qui en rendaient l'emploi presque illusoire : Barlow trouva le moyen de compenser cette action au moyen de pièces en fer disposées convenablement et composa, à ce sujet, sous le titre d'*Essais sur l'attraction magnétique* (1820), un Traité qui lui valut la médaille de Copley (1825) et une récompense de la part du gouvernement français.

Il apporta d'importantes améliorations à la construction des télescopes achromatiques.

Son *Traité sur les matériaux de construction* a été traduit dans toutes les langues. Il a imaginé un système de rails qui porte son nom.

Outre un grand nombre de Mémoires insérés dans les *Transactions philosophiques*, il a laissé : *Recherches élémentaires sur la théorie des nombres* (1811); *Nouvelles tables mathématiques* (1814 et 1840); *Nouveau dictionnaire philosophique et mathématique* (1814); *De la construction des télescopes achromatiques* (1829 et 1833); *De l'outillage et des manufactures de la Grande Bretagne* (1837).

SÉDILLOT (JEAN-JACQUES-EMMANUEL).

(Né en 1777, mort en 1832.)

Il fut l'un des premiers élèves de l'école créée en 1795 pour l'enseignement des langues orientales vivantes.

Il fut reçu à l'École Polytechnique en 1797 et, à sa sortie, rentra à l'École des langues orientales, comme professeur adjoint. Il y enseigna la langue turque de 1801 à 1816, époque où sa chaire fut supprimée par raison d'économie.

Il fut peu après adjoint au Bureau des Longitudes, pour en aider les membres dans leurs recherches relatives à l'histoire et aux progrès de l'Astronomie chez les Arabes et les Persans.

Il avait mérité en 1810, pour sa traduction du *Traité des instruments astronomiques des Arabes,* d'Aboul Hhassan Ali de Maroc, l'un des quatre grands prix décennaux. Il a fait connaître, depuis, les traités d'Ebn-Jounis, d'Ulugh-Beig, d'Abderrahman-Saphi et d'autres moins importants.

Il mourut du choléra.

COURTOIS (BERNARD).

(Né à Dijon en 1777, mort à Paris en 1838.

Il fut quelque temps préparateur de Fourcroy à l'École Polytechnique. Il découvrit l'iode en 1811, dans la lessive de la soude de varech, mais ne signala sa découverte qu'en 1813. Gay-Lussac et Davy s'empressèrent de faire l'étude complète du nouveau corps simple. Courtois est mort pauvre, laissant sa veuve sans ressources.

DARCET (JEAN-PIERRE).

(Né à Paris en 1777, mort en 1844.)

Fils de Jean. Il fut d'abord préparateur de son père, puis de Vauquelin; il obtint au concours, à vingt-quatre ans, la place d'essayeur à la Monnaie. Il créa les premières fabriques de potasse artificielle et de soude; perfectionna la savonnerie, le clichage, les alliages, l'affinage des métaux, la fabrication et l'essayage des monnaies, toutes matières sur lesquelles il a laissé de nombreux mémoires; il remporta, en 1818, le prix Ravrio pour l'assainissement des ateliers de quelques industries (dorure, soufroirs, vidanges, etc.). Il fit enfin des recherches sur la fabrication des colles, et sur les procédés pour retirer la gélatine des os, dans le but de donner aux pauvres une meilleure nourriture; mais il s'exagérait les qualités nutritives de la gélatine. Darcet devint successivement vérificateur général des monnaies, membre du conseil général des manufactures, et succéda, en 1823, à Berthollet comme membre de l'Académie des Sciences.

LABARRAQUE (ANTOINE-GERMAIN).

(Né à Oloron en 1777, mort à Paris en 1850.)

Incorporé dans les grenadiers de Latour d'Auvergne, il se signala par une action d'éclat; mais il avait, avant la Révolution, commencé à étudier la Pharmacie, il s'en occupa encore à Saint-Jean-de-Luz où il vint tenir garnison, se fit remarquer et fut nommé à vingt ans pharmacien militaire. Licencié à la suite d'une longue maladie contractée dans les hôpitaux, il vint à Paris et suivit les cours de Vauquelin.

Il obtint en 1820 le prix Monthyon pour l'importante découverte des propriétés désinfectantes des chlorures et principalement du chlorure de soude, qui porte encore le nom de liqueur de Labarraque, et qu'on emploie partout aujourd'hui à l'assainissement des halles, des abattoirs, des égouts, des hôpitaux, des amphithéâtres, etc.

On lui doit aussi cette observation intéressante pour les physiologistes, que, chez les animaux herbivores, la membrane péritonéale est extrêmement mince, tandis que la muqueuse est très épaisse, ce qui est le contraire de ce qu'on remarque chez les carnivores.

ŒRSTED (JEAN-CHRISTIAN).

(Né dans l'île de Langeland en 1777, mort à Copenhague en 1851.)

Son père exerçait, à Rudkjœbing, la profession d'apothicaire. Ce fut un perruquier allemand qui fut son premier maître. La femme de ce brave homme enseignait à Œrsted et à son plus jeune frère à lire et à écrire, le perruquier leur apprenait l'allemand. A l'âge de douze ans, Œrsted entra comme apprenti dans l'officine de son père. Un étudiant en Théologie lui enseigna les éléments du grec et du latin, et Œrsted associa à ces études la lecture attentive des livres de Chimie et d'Histoire naturelle qui lui tombaient sous la main; en même temps, il trouvait le moyen de s'initier assez bien aux difficultés de la langue française pour pouvoir traduire la *Henriade* en danois.

Au printemps de 1794, Œrsted alla continuer ses études à Copenhague. Deux ans après, il obtint un prix académique pour une composition littéraire; en même temps, il abordait les études

scientifiques; il subit brillamment, en 1797, l'examen de Pharmacie, remporta, l'année suivante, un prix sur une question relative à la Médecine et se fit recevoir docteur en Philosophie en 1799.

Manthey, l'un des professeurs de l'Académie, se fit suppléer par lui, en 1800, dans sa chaire de Chirurgie, et la Faculté de Médecine se l'adjoignit la même année.

Les premiers travaux d'Œrsted se rapportent à la Chimie. On trouve, dans une *Analyse des travaux de Fourcroy*, lue par lui, en 1799, à la Société scandinave, la première idée du rapprochement à établir, dans la classification, entre les terres et les alcalis proprement dits.

La découverte de la pile avait, en 1800, ouvert de nouvelles perspectives à l'activité des savants. Œrsted fut des premiers à expérimenter le nouvel instrument de recherches et formula bientôt cette loi que les quantités d'alcalis et d'acides mises en liberté par l'action de la pile sont en proportion avec leurs capacités respectives de saturation.

Ayant obtenu, en 1801, une bourse appelée *stipendium cappelianum*, qui lui permettait de voyager pendant cinq ans aux frais de l'État, Œrsted visita successivement les principales villes de l'Allemagne, où il vit Klaproth, Hermstadt, Kielmeyer, le premier maître et l'ami de Cuvier, Werner, le savant minéralogiste Weiss, Fichte, Schelling, Schlegel, enfin Ritter, dont les travaux ont jeté de nouvelles lumières sur presque toutes les parties de la Science, et avec qui il se lia d'une étroite amitié.

Il publia, en 1803, à Ratisbonne un petit ouvrage intitulé *Matériaux pour une nouvelle chimie du* XIX^{e} *siècle*, puis vint à Paris, où il passa quinze mois dans des relations journalières

avec Cuvier, Haüy, Vauquelin, Biot, Berthollet, Guyton de Morveau et Thénard.

A son retour en Danemark, en 1804, Œrsted fut d'abord nommé temporairement à une chaire de Physique à l'Université de Copenhague; mais il devint, en 1806, professeur extraordinaire à cette Université. Ses leçons y étaient très goûtées. Il y mêlait toujours un peu de Philosophie allemande et professait déjà la croyance à l'idendité des forces de la nature, croyance qui devait le conduire plus tard à la découverte d'une preuve au moins de l'identité des forces électriques et magnétiques, et qui, corroborée depuis par les beaux travaux de Faraday, est bien près aujourd'hui d'être universellement acceptée. En même temps qu'il répandait ainsi de nouvelles lumières sur l'ensemble des théories physiques, il perfectionnait celle de l'élasticité par ses expériences concernant les figures produites par les lignes nodales sur les surfaces vibrantes et par ses recherches sur la compressibilité des liquides.

Il avait donné le nom impropre de piézomètre à l'appareil dont il se servait pour ses expériences sur la compressibilité des liquides; on a depuis réservé ce nom à un autre instrument qui donne la mesure de la pression d'un liquide en mouvement, le long du conduit qu'il parcourt.

L'appareil d'Œrsted se composait essentiellement d'un réservoir en forme de tube thermométrique, destiné à recevoir le liquide sur lequel devait porter l'expérience. Ce réservoir étant plongé dans un milieu où s'exerçait la compression, le liquide qu'il renfermait diminuait de volume relativement au réservoir. Œrsted prenait la diminution relative pour la compression effective subie par le liquide; c'était un tort, puisque le vase lui-

même diminuait de volume; l'erreur fut aperçue par MM. Colladon et Sturm, qui reprirent les expériences.

Œrsted enseignait les Sciences naturelles à l'École militaire, depuis 1810, lorsqu'il fut élu, en 1815, secrétaire de la Société royale des Sciences de Copenhague, en remplacement de Bugge. Cette même année, le roi le nomma chevalier de l'ordre de Danebrog, et, deux ans après, il reçut le titre de professeur ordinaire à l'Université.

Les *Principes de la nouvelle chimie*, qu'il publia à Copenhague en 1820, avaient déjà été précédés d'un *Aperçu des lois chimiques naturelles* (1812), traduit en français par M. Marcel de Serres, avec le concours de M. Chevreul (1813). Ces *principes* reproduisaient sous une forme saisissante la doctrine de l'auteur sur l'unité de la nature. « Nous tâcherons, y disait Œrsted, pour prouver mieux encore l'universalité des deux forces chimique et électrique, de montrer qu'elles produisent aussi les phénomènes magnétiques. » Il n'était cependant pas encore en possession de la grande découverte qui a servi de point de départ à la théorie de l'électro-magnétisme. Dans cet ouvrage, où il reproduisait sa classification des terres alcalines, dont il terminait la série par la silice, plus acide qu'alcaline, il faisait déjà remarquer que les verres pourraient être considérés comme des sels. C'était prévoir la naissance de la théorie des silicates, que Tennant et Berzélius allaient fonder.

Sa découverte de l'électro-magnétisme, ou de l'action des courants sur les aimants, a immortalisé son nom. Elle eut lieu au milieu d'une leçon, devant tous les élèves réunis. Ce fut le 21 juillet 1820 qu'Œrsted communiqua à toute l'Europe le grand fait dont il venait d'enrichir la Science. Le petit écrit qui

en rendait compte était intitulé : *Expériences sur l'effet du conflit électrique sur l'aiguille aimantée* (1820). Il fut adressé le même jour par la poste à toutes les sociétés savantes de l'Europe. Il en parut une traduction dans le cahier des *Annales de Physique et de Chimie* d'août 1820. Les belles découvertes d'Ampère, qui suivirent presque immédiatement, ajoutèrent un nouvel éclat à celle d'Œrsted, et l'Académie des Sciences de Paris, cédant à un mouvement d'enthousiasme bien naturel, accorda à l'illustre physicien danois un témoignage jusque-là inusité de considération. On lit dans le compte rendu de la séance publique du lundi 8 avril 1822 :

« L'Académie, dans sa séance du 27 mars 1820, avait annoncé qu'elle décernerait, le 22 mars 1822, le prix de Mathématiques, consistant en une médaille d'or de la valeur de 3,000 francs, au meilleur ouvrage ou mémoire de Mathématiques pures ou appliquées qui lui serait adressé dans le délai de deux ans. Plusieurs recherches physico-mathématiques, dignes de beaucoup d'éloges, ont paru dans cet intervalle; mais l'importance de la découverte de l'action de la pile voltaïque sur l'aiguille aimantée, découverte qui fournit un nouveau principe aux Mathématiques appliquées et qui a déjà donné lieu à des applications intéressantes d'Analyse, a déterminé la commission à lui décerner le prix de Mathématiques. La commission chargée de l'examen des pièces pour les prix de Mathématiques adjuge toujours ces prix sans le concours de l'Académie. Mais comme la découverte dont il s'agit n'est point explicitement comprise dans le programme, la commission a pensé que l'autorisation de la compagnie lui était nécessaire pour décerner le prix à cette belle découverte. » Cette proposition fut adoptée.

Œrsted quitta Copenhague en 1822 pour se rendre successivement à Berlin, à Munich, à Paris, à Londres et à Edimbourg. C'est pendant ce voyage qu'il construisit avec Fourier, à Paris (1823), la pile thermo-électrique.

Après son retour en Danemark, Œrsted, revenant encore une fois sur ses premiers aperçus de 1799, parvint enfin à décomposer l'alumine et à obtenir le chlorure d'aluminium. Un de ses derniers travaux se rapporte au diamagnétisme, récemment découvert par Faraday.

Conseiller d'État en 1728, il fut nommé directeur de l'École polytechnique de Copenhague, lors de sa fondation en 1829, et y professa la Physique jusqu'à ses dernières années. Il était, en outre, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences de Copenhague, membre de la plupart des sociétés savantes de l'Europe et associé de l'Académie des Sciences de Paris (1842). Ses concitoyens lui donnèrent, dans les derniers temps de sa vie, une preuve touchante de leur estime et de leur admiration. Le 7 novembre 1850, jour du cinquantième anniversaire de son entrée dans les fonctions publiques, ses amis, ses élèves et le public organisèrent en son honneur une fête à l'issue de laquelle il fut conduit triomphalement au château dit le Fasanhof, dont la jouissance lui était assurée pour le reste de sa vie; le roi l'éleva au rang de conseiller de conférence intime; le recteur de l'université vint lui remettre un anneau de docteur, avec une tête de Minerve ciselée en or et enrichie de diamants. Le soir, il fut salué dans une marche aux flambeaux par des chœurs d'étudiants. Il ne put prendre possession de sa nouvelle demeure, une légère indisposition l'enleva avant le retour du printemps. Œrsted, selon l'expression de M. Babinet, fut le Christophe

Colomb du magnétisme dont Ampère fut le Pizarre et le Fernand Cortez. Il a laissé un grand nombre d'écrits et de mémoires insérés dans divers recueils : les *Annales de Poggendorf*, les *Annales de Physique et de Chimie*, les *Journaux de Gehlen* et de *Schweigger*, le *Recueil de l'Académie de Copenhague*, etc.

Ses principaux ouvrages séparés sont : *De la Propagation des forces électrique et magnétique* (1806); *Considérations sur l'histoire de la Chimie* (1807); *Manuel de Physique mécanique* (1844); *Recherches sur l'identité des forces chimiques et électriques* (1812) *Experimenta circum effectum conflictus electrici in acum magneticum* (1820).

GAUSS (CHARLES-FRÉDÉRIC).

(Né à Brunswick en 1777, mort à Gœttingue en 1855.)

Il montra, dit-on, pour l'étude des Mathématiques, une aptitude plus précoce encore que celle déjà si extraordinaire de notre Pascal; car, dès l'âge de trois ans, il calculait, résolvait des problèmes numériques et traçait dans la poussière des lignes et des figures de Géométrie.

Le jeune calculateur fut présenté au duc Charles-Guillaume-Ferdinand de Brunswick, qui se chargea des frais de son éducation, et resta, depuis, son protecteur. Gauss entra, en 1784, dans une des écoles primaires de Brunswick, et, en 1789, au collège de cette même ville. N'ayant bientôt plus rien à apprendre de ses professeurs, il partit, en 1794, pour Gœttingue, où il eut pour maître le célèbre Kaestner, qui associait dans un culte égal la Poésie et la Géométrie, et que, pour cette raison, Gauss appelait

« le premier des géomètres parmi les poètes, et le premier des poètes parmi les géomètres. »

En 1798, Gauss se rendit à Helmstaedt, où il profita des conversations instructives et bienveillantes de Pfaff, et surtout des riches trésors que renfermait la bibliothèque de la ville. Muni d'une abondante provision de notes, il revint à Brunswick, et, en quelques années, il publia une série de travaux nombreux et considérables, qui le placèrent vite au rang des premiers mathématiciens dont l'histoire ait gardé les noms. Un jour, Laplace, à qui l'on demandait quel était le plus grand mathématicien de l'Allemagne, répondit : « C'est Pfaff. — J'aurais cru que c'était Gauss, répliqua l'interlocuteur. — Oh ! dit Laplace, Pfaff est bien le plus grand mathématicien de l'Allemagne, mais Gauss est le plus grand mathématicien de l'Europe. »

En 1807, l'empereur de Russie offrit à Gauss un siège à l'Académie de Saint-Pétersbourg; mais, sur les instances d'Olbers, il refusa, et il fut nommé (9 juillet 1807) directeur de l'Observatoire de Gœttingue et professeur d'Astronomie à l'université de cette ville. Gauss resta attaché à ces deux postes jusqu'à la fin de ses jours, sortant si peu, qu'à l'âge de soixante-dix-sept ans, c'est-à-dire un an avant sa mort, il n'avait pas encore vu de locomotive. Il consacrait tout son temps, son génie et son infatigable activité aux recherches les plus abstraites et les plus profondes relatives à toutes les branches des mathématiques. Doué de la plus heureuse santé, ayant des goûts simples et modestes, indifférent à l'éclat de la gloire au point de ne porter aucune des nombreuses décorations que tous les gouvernements lui avaient adressées, Gauss avait un caractère doux, probe et droit. Apportant le plus grand soin à la rédaction de ses plus

courts mémoires comme de ses plus gros ouvrages, il ne voulait rien offrir au public qui n'eût reçu la dernière main de l'ouvrier. Il avait fait graver sur son cachet un arbre chargé de quelques fruits, et entouré de cette devise : *Pauca sed matura* (Ils ne sont pas nombreux, mais ils sont mûrs). Aussi a-t-il laissé une grande quantité de travaux, qu'il ne jugeait pas assez *mûrs* pour être présentés au public. L'impression, impatiemment attendue, de ces ouvrages posthumes a été retardée par la mort de M. Dirichlet, qui en avait été chargé.

Le génie de Gauss est essentiellement original. S'il traite une question qui a déjà occupé d'autres savants, il semble que leurs travaux lui soient absolument inconnus. Il a sa manière d'aborder les problèmes, sa méthode propre, ses solutions absolument neuves. Le mérite de ces solutions est d'être générales, complètes, applicables à tous les cas que la question peut embrasser. Malheureusement, l'originalité même des méthodes, un mode particulier de notations, le laconisme exagéré, peut-être affecté, des démonstrations, rendent extrêmement laborieuse la lecture des ouvrages de Gauss. Aussi les envieux n'ont pas manqué de lui reprocher de s'être rendu inintelligible pour paraître profond : c'est que Gauss ne laisse entrevoir aucune trace de la marche qui l'a conduit à la solution finale. Il avait coutume de dire que, quand un monument est offert aux regards du public, il ne doit plus rester trace des échafaudages qui ont servi à sa construction. En cela, il avait tort.

La vie de Gauss s'est passée presque tout entière à Gœttingue, au milieu de travaux assidus, et sans événements remarquables. Gauss était, au reste, non seulement peu communicatif, mais même morose, on pourrait dire chagrin.

Voici la liste de ses ouvrages, que nous citons tous, parce que tous sont remarquables :

Demonstratio nova theorematis omnem functionem algebraïcam rationalem integram unius variabilis in factores reales primi vel secundi gradus resolvi posse (Helmstaedt, 1799). Cet ouvrage contient la première démonstration complètement rigoureuse que l'on ait eue de ce théorème que les racines des équations algébriques se ramènent toujours à la forme arithmétique $a+b\sqrt{-1}$. L'ouvrage de Gauss se répandit peu ; ainsi Lagrange ne paraît pas en avoir eu connaissance, et Cauchy, qui a depuis donné une démonstration du même théorème, a recueilli en France tous les éloges dus au premier inventeur.

Calcul de la fête de Pâques, opuscule en allemand, publié en 1800 dans la *Correspondance mensuelle de Zach* (tome II).

Calcul de la fête de Pâque des Juifs, dans la même *Correspondance* (tome V), en allemand.

Disquisitiones arithmeticæ (Leipzig, 1801, 1 vol. in-4°), l'un des plus importants ouvrages de Gauss et qui, traduit en français d'abord, en 1806, par M. Poullet-Delisle, professeur de mathématiques spéciales au lycée d'Orléans et géomètre distingué, a été plus tard réédité dans notre langue. Ce sont les *Disquisitiones arithmeticæ* qui, de tous ses ouvrages, ont fait le plus d'honneur à Gauss, non seulement par la profondeur des méthodes nouvelles qu'il introduisit dans les recherches relatives à la théorie des nombres, à la convergence des séries, etc., mais surtout à cause de la découverte tout à fait inattendue qui s'y trouve de la possibilité d'inscrire au cercle, avec la règle et le compas, des polygones réguliers étrangers aux séries de ceux dont l'antiquité avait légué aux modernes la définition graphique. « M. Gauss,

dit Delambre, dans son *Rapport historique sur les progrès des Sciences*, a fait connaître, dans un ouvrage très remarquable, qui se rapporte principalement à l'analyse indéterminée, un caractère d'abaissement tout nouveau pour les équations à deux termes : ce caractère consiste en ce que les équations de ce genre, dont le degré est exprimé par un nombre premier, peuvent se décomposer rationnellement en d'autres dont les exposants soient respectivement les facteurs premiers du nombre qui précède d'une unité ce nombre premier. Cette importante et singulière découverte parvint en France par une lettre adressée à M. Legendre, qui donna de ce théorème une démonstration particulière à l'équation $x^{17} - 1 = 0$ et fondée sur la sommation des cosinus des arcs en progression arithmétique. La résolution de cette équation se trouve dépendre par là de quatre équations du second degré; en sorte qu'on peut, avec la règle et le compas, partager la circonférence du cercle en dix-sept parties égales. Mais le théorème plus général de M. Gauss ramène à des équations du second degré toutes les équations de la forme $x^{2^n+1} = 1$, lorsque $2^n + 1$ est un nombre premier. » Dans ce même ouvrage, Gauss donne une forme nouvelle à la recherche des propriétés des nombres en considérant, sous le nom de *congruence*, la relation qui lie entre eux tous les nombres qui donnent le même reste lorsqu'on les divise par un même nombre. Des congruences du premier ordre il passe ensuite aux congruences du second degré, et rattache à la théorie de ces relations toute l'analyse indéterminée. Laplace surtout, en France, avait été impressionné par la lecture de ce mémorable ouvrage, et ce fut lui qui invita particulièrement Poullet-Delisle à en donner une traduction française.

Theorematis arithmetici demonstratio nova, dans les *Com-*

mentaires de la Société de Gœttingue (t. XVI, 1804-1808).

Summatio quarumdam serierum singularium (même Recueil, 1808-1810).

Disquisitiones generales circa seriem infinitam, etc. (même Recueil, 1811-1813).

Orbite de Cérès (*Correspondance de Zach*, t. IV, 1801), en allemand.

Instruction pour déduire la longitude héliocentrique d'un corps céleste, ainsi que sa véritable distance au Soleil et à la Terre, de la longitude et de la latitude géocentriques du corps, de la position de son nœud, de l'inclinaison de son orbite, de la longitude du Soleil et de la distance de la Terre au Soleil.

Premiers éléments de Pallas (même recueil, t. V, 1802).

Équations des perturbations de Cérès (même recueil, t. VI, 1802).

Tables des perturbations de Cérès (même recueil, t. VII, 1803).

Remarques pour la simplification du calcul des lieux géocentriques des planètes (même recueil, t. X, 1804).

Premiers éléments de Junon (même recueil, t. XI, 1805).

Sur la deuxième comète de 1805 (même recueil, t. XIV, 1806).

Ces différents ouvrages furent très remarqués, même en France, quoiqu'ils soient tous écrits en allemand. Mais la découverte des deux premières petites planètes, Cérès et Pallas, était un trop grand fait scientifique pour que toutes les publications qui s'y rattachaient ne fussent pas lues avidement par les savants. Au reste, c'était la première fois que se présentait la question de déterminer en peu de temps et par un petit nombre

d'observations tous les éléments d'une planète; la méthode n'était pas même encore bien fixée, par la raison toute simple qu'on n'avait pas eu à s'en préoccuper. Celle que donna Gauss se trouva être l'une des plus simples et devait attirer l'attention des géomètres. Ce sont les ouvrages dont nous venons de parler qui valurent à leur auteur la protection marquée du duc de Brunswick et sa nomination au poste de directeur de l'observatoire de Gœttingue.

Premiers éléments de Vesta (*Correspondance de Zach*, t. XVII, 1808). C'est Gauss qui fut le parrain de cette planète. « M. Olbers, dit Delambre, aperçut le 4 mars 1808, dans l'aile de la Vierge, une quatrième planète à laquelle M. Gauss, bien digne d'imposer un nom au nouvel astre, dont il perfectionnera sans doute la théorie, comme il a commencé pour Cérès, Pallas et Junon, donna le nom de Vesta, sous lequel elle est déjà connue généralement. »

Sur une proposition d'astronomie sphérique (même recueil, t, XVIII, 1808, et XIX, 1809).

Revue sommaire des méthodes employées pour la détermination des orbites des neuf planètes principales (même recueil, t. XX, 1809).

Ces derniers opuscules sont en allemand.

Disquisitio de elementis ellipticis Palladis (*Commentaires de la Société de Gœttingue*, 1808).

Methodus peculiaris elevationem poli determinandi (Gœttingue, 1808). Cet ouvrage, traduit en allemand, a paru, en 1812, dans l'*Annuaire astronomique de Bade.*

Theoria motus corporum cœlestium in sectionibus conicis solem ambientium (Hambourg, 1809).

Détermination de l'ellipse maximum qui est tangente aux quatre côtés d'un quadrilatère donné (*Correspondance de Zach*, t. XXII, 1810), en allemand.

Tables de correction pour le calcul de l'heure de midi (même recueil, t. XXIII, 1811).

Éléments des comètes de 1811 (même recueil, t. XXIV, 1811).

Éléments de la deuxième comète de 1811 (même recueil t. XXIV, 1811). Dans ces deux derniers ouvrages, Gauss donne une méthode nouvelle et beaucoup plus simple que celles qu'on avait pratiquées jusque-là pour déterminer les éléments d'une comète avec le moins grand nombre possible d'observations.

Sur les tables des coordonnées solaires rapportées à l'équateur (*Correspondance de Zach*, t. XXV, 1812), en allemand.

Tables pour calculer aisément les logarithmes de la somme ou de la différence de deux quantités qui sont elles-mêmes données par leurs logarithmes (même recueil, t. XXVI, 1812), en allemand.

Observations pour la détermination de la hauteur du pôle à l'observatoire de Gœttingue (même recueil, t. XXVII, 1813).

Theoria attractionis corporum sphæroïdicorum ellipticorum methodo nova tractata (*Commentaires de la société de Gœttingue* 1813). Cet ouvrage a aussi paru en allemand dans la *Correspondance de Zach.*

Methodus nova integralium valores per approximationem inveniendi (*Commentaires de la société de Gœttingue,* 1814. 1815).

Theorematis fundamentalis in doctrina de residuis quadra-

ticis demonstrationes ac amplationes novæ (même recueil, 1816 1818).

Demonstratio attractionis, quam in punctum quodvis positione exerceret planeta, si ejus massa per totam orbitam uniformiter esset dispertita (même recueil, 1818).

Instruction sur le cercle répétiteur de Reichenbach et sur le théodolite (*Notices savantes de Gœttingue*, (1813), en allemand.

Exposition personnelle de la méthode d'intégration de Pfaff (même recueil, 1815), en allemand.

Renseignements sur le cercle méridien de Repsold (même recueil, 1818).

De la lunette méridienne de Reichenbach (même recueil, 1819).

Du cercle méridien de Reichenbach (même recueil, 1820).

Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiæ, (*Commentaires de la société de Gœttingue*, 1819, 1822).

Theoria residuorum biquadraticorum (même recueil, 1823, 1827).

Supplementum theoriæ combinationis observationum (même recueil, 1827).

Disquisitiones generales circa superficies curvas (même recueil, 1827). C'est dans cet ouvrage que se trouve établi ce fameux théorème que, de quelque manière que se déforme une surface flexible et inextensible, la somme de ses courbures principales en chaque point reste toujours la même.

Détermination de l'exactitude des observations (*Journal d'Astronomie de Lindauer et Bohnenberger* t. I, 1818), en allemand.

Sur la différence des hauteurs du pôle quand elles sont déduites, avec le cercle répétiteur, des observations du soleil, ou des étoiles polaires (même recueil, 1817).

Sur l'objectif double achromatique (même recueil, 1817).

Sur quelques notifications du cercle répétiteur de Borda (même recueil, 1818).

Application du calcul des probabilités aux propositions de la Géométrie pratique (*Nouvelles astronomiques*, t. I, 1823).

Connaissant trois points de position, en déduire un quatrième (même recueil, 1823).

Sur la mesure du degré terrestre dans le Hanovre (même recueil, 1823). Gauss prit une part active à la mesure d'un degré de la méridienne en Hanovre. C'est à l'occasion de ce travail qu'il imagina son héliotrope, dont l'usage est devenu depuis general dans toutes les opérations géodésiques, et qui remplace avec le plus grand avantage tous les autres genres de signaux.

De l'héliotrope et des premières recherches faites avec cet instrument (*Notices savantes de Gœttingue*, 1821).

Sur l'héliotrope (même recueil, 1827).

Nouvelle notice sur l'héliotrope (*Journal de Poggendorff*, 1827).

Nouvelle méthode pour déterminer les distances des fils dans les lunettes méridiennes (*Journal d'Astronomie de Lindauer*, 1824).

Sur la durée de la révolution de la comète de Biéla (même recueil, 1826).

Méthode pour calculer les différences de longitude par le chronomètre (même recueil, 1827).

Méthode pour déterminer la température de l'air (*Journal de Poggendoff*, 1825).

Principia generalia figuræ fluidorum in statu æquilibrii (*Commentaires de la société de Gœttingue*, t. VII, 1828-1832).

Theoria residuorum biquadraticorum, revue et augmentée (même recueil, 1828-1832).

Intensitas vis magneticæ terrestris ad mensuram absolutam revocata (même recueil, t. VIII, 1832-1837). Cet ouvrage a paru aussi en allemand dans le journal de Poggendorff.

Addition aux traités de Sœber sur les formes quadratiques ternaires (*Notices savantes de Gœttingue*, 1831).

Renseignements sur l'observation magnétique de Gœttingue (même recueil, 1834).

Nouvelle méthode pour rectifier les balances (même recueil, 1837).

Résolution générale du problème de copier les parties d'une surface donnée de manière que la copie soit semblable au modèle dans les plus petites parties, mémoire couronné par la Société de Copenhague (Altona, *Traités astronomiques de Schumacher*, 1825).

Magnétisme terrestre et magnétomètre (*Annuaire de Schumacher*, 1836).

Démonstration d'un théorème d'algèbre (*Journal de Crelle*, 1828).

Sur un principe général et fondamental de mécanique (même recueil, 1829).

Démonstration élementaire d'un théorème de trigonométrie sphérique énoncé par Legendre (même recueil, 1841).

Détermination de la différence de latitude entre les observa-

toires de Gœttingue et d'Altona (Gœttingue, 1828), en collaboration avec M. Weber.

Sur un nouvel instrument précis (magnétomètre) pour l'observation directe des variations dans l'intensité de la partie horizontale du magnétisme terrestre (*Observations de la société de magnétisme*, 1837).

Instruction pour la détermination des durées d'oscillation d'une aiguille magnétique (même recueil, 1837).

Théorie générale du magnétisme terrestre (même recueil, 1838).

Théorèmes généraux relatifs aux forces d'attraction et de répulsion variant en raison inverse des carrés des distances (même recueil, 1839).

Sur un moyen de faciliter les observations d'écartement (même recueil, 1839).

Sur la détermination des constantes relatives à l'usage du magnétomètre (même recueil, 1840).

Instruction pour le calcul de l'action magnétique qu'un barreau aimanté exerce à distance (même recueil, 1840).

Sur l'emploi du magnétomètre dans la détermination de la déclinaison absolue (même recueil, 1841).

Observations de l'inclinaison magnétique à Gœttingue (même recueil, 1841).

Recherches de dioptrique (*Mémoires de la Société des Sciences de Gœttingue*, 1843).

Recherches sur des points de géodésie supérieure, deux parties (même recueil, 1845-1847).

Additions à la théorie des équations (même recueil, 1850).

*Sur le calcul des anomalies par les éléments, au moyen

des tables de Burckhardt (*Correspondance de Zach*, 1843).

Sur les limites du zodiaque (même recueil, 1848).

Sur la rotation de la terre (*Recherches de Beuzenberg*).

Équations fondamentales du mouvement des graves sur la terre tournante (même recueil).

Nous n'avons pas besoin de dire que Gauss était membre de toutes les grandes Sociétés savantes de l'Europe.

La société royale de Gœttingue s'occupe de la publication des œuvres complètes de Gauss. Il en a déjà paru six volumes.

Nous allons essayer de donner une analyse aussi complète que possible de la partie des *Disquisitiones arithmeticæ* qui se rapporte à la résolution des équations binômes de la forme $x^n - 1 = 0$ et à la division de la circonférence en parties égales, ou à l'inscription des polygones réguliers. Nous omettrons les démonstrations des propriétés des nombres qui y seront invoquées. Nous n'adopterons d'ailleurs pas les notations de Gauss qui fatiguent énormément, sans procurer une abréviation bien notable.

Nous rapporterons d'abord quelques passages du préambule de l'auteur.

« Parmi les accroissements importants dont les travaux des modernes ont enrichi les Mathématiques, les fonctions circulaires tiennent sans aucun doute le premier rang. Cette étonnante espèce de quantités, à laquelle nous sommes conduits à chaque instant dans des recherches qui y sont tout à fait étrangères, et du secours desquelles ne peut se passer aucune partie des Mathématiques, a occupé avec tant d'assiduité la pénétration des plus

grands géomètres, et ils en ont fait une théorie si vaste, qu'on ne pouvait guère s'attendre qu'une partie de cette théorie, partie élémentaire et pour ainsi dire placée à l'entrée, pût recevoir des accroissements considérables. Je parle de la théorie des fonctions trigonométriques, qui répondent aux arcs commensurables avec la circonférence, ou de la théorie des polygones réguliers, dont on ne connaît jusqu'à présent que la plus petite partie, ainsi qu'on le verra par cette section.

« Au reste, les principes de la théorie que nous entreprenons d'exposer s'étendent bien plus loin que nous ne le faisons voir ici; ils peuvent en effet s'appliquer non seulement aux fonctions circulaires, mais aussi avec autant de succès à beaucoup d'autres fonctions transcendantes, par exemple, à celles qui dépendent de l'intégrale

$$\int \frac{dx}{\sqrt{1 - x^n}},$$

..., mais... nous avons cru ne devoir considérer ici que les fonctions circulaires, et même, quoique nous puissions les embrasser dans toute leur généralité, nous les réduirons au cas le plus simple. » (Celui où les arcs sont des multiples d'une partie aliquote de la circonférence.)

La question que se propose Gauss est de ramener la résolution de l'équation

$$X = \frac{x^n - 1}{x - 1} = x^{n-1} + x^{n-2} + \ldots, + x + 1 = 0,$$

dans laquelle n est un nombre premier autre que 2, à celle d'équations de moindres degrés.

Si $n - 1$ est le produit des facteurs premiers $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \ldots, \zeta$,

les degrés de ces équations sont respectivement $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \ldots, \zeta$; mais les racines de ces équations ne sont pas celles de $X = 0$, ce sont des sommes de ces dernières, groupées comme il sera dit ci-après. La première équation, celle de degré α, a pour racines les sommes de α groupes de racines de $X = 0$, contenant chacun $(\beta . \gamma . \ldots . \zeta)$ racines; la seconde, de degré β, a pour racines les sommes de β groupes de racines de $X = 0$, contenant chacun $(\gamma . \ldots . \zeta)$ racines, etc.; la dernière, de degré ζ, a pour racines les sommes de ζ groupes de racines de $X = 0$, contenant chacun une de ces racines ou, plus simplement, l'équation de degré ζ a pour racines ζ racines de $X = 0$. D'ailleurs, comme $n - 1$, qui est pair, admet le facteur 2 et que ce facteur peut être placé le dernier, c'est-à-dire occuper la place de ζ, la dernière équation est du second degré et a pour racines deux racines de $X = 0$. Si l'on en tire une de ses racines, désignée par r, toutes les racines de $x^n - 1 = 0$ seront

$$r, \ r^1, \ r^2, \ r^3, \ \ldots, \ r^{n-1},$$

parce que n est premier, de sorte que si l'on a pu faire tout ce qui est annoncé, l'équation $X = 0$ sera résolue.

Tel est le plan. Il reste à le réaliser. On ne peut le faire complètement que lorsque $n - 1$ est une puissance de 2, parce que la formation de chacune des équations successives exige non seulement celle de la précédente, mais encore la connaissance d'une au moins des racines de cette précédente, c'est-à-dire la résolution de cette équation précédente; de sorte que le succès final exige que toutes les équations soient du second degré; toutefois, il n'y a là, en réalité, qu'une difficulté de pratique.

Commençons par définir complètement la première des équa-

tions, ou l'équation de degré α, et par donner les moyens de la former.

Soit e le produit $\beta.\gamma.\delta.\ldots.\zeta$, c'est-à-dire soit

$$n - 1 = \alpha e;$$

soit d'ailleurs g un quelconque des nombres entiers tels que la première de ses puissances entières, qui se trouve être un multiple de n, augmenté de 1, soit la $(n - 1)^{\text{ième}}$ (Gauss a démontré qu'il existe toujours une infinité de nombres satisfaisant à cette condition) les restes ou résidus de

$$1,\ g,\ g^2, \ldots, g^{n-2}$$

divisés par n, seront tous différents et, par conséquent, coïncideront avec

$$1, 2, 3,\ \ldots,\ n - 1,$$

mais non pas par ordre. (Nous supposons que ce théorème soit connu.) Si donc r désigne une des racines de $X = 0$, elles seront toutes comprises dans le tableau

$$r,\ r^g,\ r^{g^2},\ \ldots,\ r^{g^{n-2}}.$$

Soit G un autre nombre jouissant des mêmes propriétés que g, les racines de $X = 0$ seront aussi toutes comprises dans le tableau

$$r,\ r^G,\ r^{G^2},\ \ldots,\ r^{G^{n-2}}.$$

Mais, de plus, si l'on pose $g^\alpha = h$ et $G^\alpha = H$, on démontre (nous admettons encore cette proposition) que e désignant, comme plus haut, le quotient de $n - 1$ par α,

$$1,\ h,\ h^2,\ \ldots,\ h^{e-1}$$

et

$$1,\ H,\ H^2,\ \ldots,\ H^{e-1},$$

divisés par n, donneront aussi respectivement les mêmes résidus, quoique placés dans un ordre différent; de sorte que les racines

$$r,\ r^h,\ r^{h^2},\ \ldots,\ r^{h^{e-1}}$$

et

$$r,\ r^{H},\ r^{H^2},\ \ldots,\ r^{H^{e-1}}$$

formeront deux groupes identiques.

Cela veut dire que ce groupe de racines est indépendant du nombre g : il ne dépend que de α, de e et de la racine r choisie pour point de départ. Gauss donne le nom de période à un pareil groupe, composé comme on voit de e racines. Toutes les périodes semblables s'obtiendraient en changeant r; de sorte que le type général de ces périodes est

$$r^\lambda,\ (r^\lambda)^h,\ (r^\lambda)^{h^2},\ \ldots,\ (r^\lambda)^{h^{e-1}},$$

mais il n'y en a pas pour cela $(n-1)$: il faut remarquer en effet que h étant égal à g^α et $e\alpha$ étant égal à $n-1$, le terme suivant de la suite

$$r,\ (r^\lambda)^h,\ \ldots,\ (r^\lambda)^{h^{e-1}},$$

si l'on voulait le former, serait

$$(r^\lambda)^{h^e} = (r^\lambda)^{g^{e\alpha}} = (r^\lambda)^{g^{n-1}}$$

$$(r^\lambda)^1 = r^\lambda,$$

sque par hypothèse g^{n-1} divisé par n donne pour résidu 1 ; de ême, le terme suivant serait $(r^\lambda)^h$, etc., de sorte que la suite

prolongée donnerait toujours la même période. C'est du reste ce qui justifie le choix du mot.

Il résulte de là que, si, après avoir formé une période

$$r^\lambda,\ (r^\lambda)^h,\ \ldots,\ (r^\lambda)^{h^{e-1}},$$

on prenait pour premier terme d'un autre groupe semblable, une des racines du premier, on retomberait indentiquement sur le même groupe, ou la même période.

Ainsi le nombre des périodes relatives au facteur e sera

$$\frac{n-1}{e}=\alpha.$$

Cela posé, imaginons qu'on ait fait pour chacune des α périodes relatives au facteur e la somme de toutes les racines qu'elle contient : la première équation, de dégré α, que nous voulions définir, aura pour racines ces α sommes.

Exemple. — Considérons l'équation

$$x^{19}-1=0$$

qui, après suppression de la racine $x=1$, se réduit à

$$x^{18}+x^{17},+\ \ldots,+x+1=0;$$

décomposons l'exposant $n-1=18$ dans ses deux facteurs $\alpha=3$, $e=6$ et proposons-nous de trouver les trois groupes de six racines de la proposée qui, par addition des termes dans chaque groupe, concourront à former les racines de la première équation, de degré $\alpha=3$.

2 est ici, c'est-à-dire pour $n=19$, l'un des nombres qui peuvent remplir l'office de ceux que nous avons généralement dési-

gnés par g, relativement au nombre n. En effet les 18 premières puissances de 2 sont

$$\begin{aligned}
2 &= m\,19 + 2,\\
4 &= m\,19 + 4,\\
8 &= m\,19 + 8,\\
16 &= m\,19 + 16,\\
32 &= m\,19 + 13,\\
64 &= m\,19 + 7,\\
128 &= m\,19 + 14,\\
256 &= m\,19 + 9,\\
512 &= m\,19 + 18,\\
1024 &= m\,19 + 17,\\
2048 &= m\,19 + 15,\\
4096 &= m\,19 + 11,\\
8192 &= m\,19 + 3,\\
16384 &= m\,19 + 6,\\
32768 &= m\,19 + 12,\\
65536 &= m\,19 + 5,\\
131072 &= m\,19 + 10,\\
262144 &= m\,19 + 1,
\end{aligned}$$

C'est-à-dire que les 18 premières puissances de 2, divisées par 19, donnent tous les restes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 et que la première, qui donne pour reste 1, est la dix-huitième.

Cela posé, $h = g^a = 2^3 = 8$; la première des périodes cherchées est donc formée des racines

$$r,\ r^8,\ r^{8^2},\ r^{8^3},\ r^{8^4},\ r^{8^5},$$

ou, en remplaçant 8^2, 8^3, 8^4 et 8^5 par leurs résidus, relativement au diviseur 19, puisque $r^{19} = 1$:

$$r,\ r^8,\ r^7,\ r^{18},\ r^{11},\ r^{12},$$

r désignant une quelconque des racines de $\dfrac{x^{19}-1}{x-1} = 0$.

On obtiendra une seconde période en partant de la racine r^2 qui ne se trouve pas dans la première période. On aura ainsi

$$r^2,\ r^{2\times 8},\ r^{2\times 8^2},\ r^{2\times 8^3},\ r^{2\times 8^4},\ r^{2\times 8^5},$$

ou, en réduisant les exposants aux résidus qu'ils donnent,

$$r^2,\ r^{16},\ r^{14},\ r^{17},\ r^3,\ r^5.$$

En partant de la racine r^3, qui fait partie de la seconde période, on retrouverait, comme on l'a dit, les six termes de cette seconde période : on n'aurait donc rien fait d'utile.

La troisième période s'obtiendra en partant de r^4 qui n'appartient à aucune des deux premières, et cette troisième période sera formée des racines

$$r^4,\ r^{4\times 8},\ r^{4\times 8^2},\ r^{4\times 8^3},\ r^{4\times 8^4},\ r^{4\times 8^5},$$

ou, en réduisant,

$$r^4,\ r^{13},\ r^9,\ r^{15},\ r^6,\ r^{10}.$$

Ainsi l'équation de degré $\alpha = 3$ sera

$$\begin{aligned}&[z-(r+r^8+r^7+r^{18}+r^{11}+r^{12})]\times\\ &[z-(r^2+r^{16}+r^{14}+r^{17}+r^3+r^5)]\times\\ &[z-(r^4+r^{13}+r^9+r^{15}+r^6+r^{10})].\end{aligned}$$

Il nous reste à définir les équations suivantes, ou les équations de degrés $\beta, \gamma, \ldots, \zeta$.

Chacune des α périodes de $\beta.\gamma.\ldots.\zeta$ termes, ou contenant $\beta.\gamma.\ldots.\zeta$ racines de l'équation $\frac{x^n-1}{x-1}$, peut elle-même se résoudre en β périodes contenant chacune $\gamma.\ldots.\zeta$ racines; le nombre que nous avions précédemment désigné par e devient alors $\gamma.\ldots.\zeta$ et le nombre α devient $\alpha\beta$. Les nouvelles périodes se forment d'ailleurs comme précédemment.

Reprenons l'équation $\frac{x^{19}-1}{x-1}$; nous avons précédemment décomposé 18 dans les deux facteurs $\alpha = 3$ et $\beta\gamma = e = 6$; décomposons à son tour $\beta\gamma$ dans ses deux facteurs 3 et 2 : chacune des trois périodes de six termes se décomposera en trois périodes de deux termes.

Ainsi, prenons la première période de six termes

$$r,\ r^8,\ r^7,\ r^{18},\ r^{11},\ r^{12},$$

e sera alors égal à 2, quant à g il restera ce qu'il était, 2, enfin $h = g^{\frac{n-1}{e}}$ sera $g^{\alpha\beta} = g^9 = 2^9$. Une période de deux termes sera donc

$$r',\ r'^{2^9},$$

r' étant l'une des racines de la période précédente.

Si l'on fait $r' = r$, la première période sera

$$r,\ r^{512}$$

ou

$$r,\ r^{18}.$$

Pour avoir la seconde période on partira de r^8, seconde racine de la période de six termes, et qui n'est pas comprise dans la première période de deux termes; la seconde période de deux termes sera donc

$$r,\ r^{8\times 512}$$

ou

$$r^8, \quad r^{11}.$$

la troisième période procédera de r^7 qui n'entre pas dans les précédentes et sera

$$r^7, \quad r^{7\times 512}.$$

Ou

$$r^7, \quad r^{12}.$$

On décomposerait de même les deux autres périodes de six termes.

Cela posé, chacune des périodes qui, par addition de leurs termes, forment les racines de l'équation de degré α, se décomposant en β périodes, il y en aurait donc $\alpha\beta$; et si l'on ajoutait tous les termes dans chacune de ces $\alpha\beta$ périodes, l'équation qui aurait ces sommes pour racines serait de degré $\alpha\beta$. Mais on ne considérera que les β périodes dans lesquelles on aura décomposé l'une des α premières, celle d'ailleurs que l'on voudra, et l'équation de degré β aura pour racines les sommes des termes de ces β périodes.

Par exemple, relativement à l'équation $\frac{x^{19}-1}{x-1}$, l'équation de degré $\beta = 3$ pourra se rapporter aux trois périodes

$$r, \quad r^{18},$$
$$r^8, \quad r^{11},$$

et

$$r^7, \quad r^{12},$$

qui forment la première période de six termes

$$r, \quad r^8, \quad r^7, \quad r^{18}, \quad r^{11}, \quad r^{12}.$$

Cette équation de degré $\beta = 3$ sera donc

$$[u-(r+r^{18})][u-(r^8+r^{11})][u-(r^7+r^{12})].$$

Il est clair qu'on continuerait de même tant qu'on n'aurait pas épuisé tous les facteurs de $n-1$.

Quant à l'équation de degré ζ, elle se formerait encore de la même manière : e serait alors égal à 1, α serait remplacé par $\frac{n-1}{\zeta}$ et chaque période serait composée d'une seule racine.

Ainsi, pour l'exemple $n=19$, α et β ayant été pris égaux chacun à 3, le dernier facteur ζ serait 2, h serait égal à g^9 ou 2^9. Mais si l'on voulait décomposer en deux la première période de deux termes

$$r, \quad r^{18},$$

qu'on a trouvée plus haut, la règle, appliquée à la première racine r, ne donnerait que cette racine, puisque la suite à former étant généralement

$$r, \quad r^h, \quad r^{h^2}, \quad \ldots, \quad r^{h^{e-1}},$$

elle s'arrêterait immédiatement, $e-1$ étant nul.

Ainsi l'équation de degré ζ serait ici

$$(v-r)(v-r^{18})=0.$$

Il nous reste à expliquer comment on peut calculer les coefficients des équations de degrés α, β, γ, $\ldots$, ζ.

Ce calcul repose entièrement sur la considération de l'équation

$$1+r+r^2+\ldots+r^{n-1}=0,$$

qui exprime que la somme des racines de l'équation $x^n-1=0$ est nulle, ce qui est évident, et sur quelques artifices de méthode que nous allons bientôt indiquer.

On ne s'en étonnera pas si l'on réfléchit que l'équation

$$1+r+r^2+\ldots+r^{n-1}=0$$

est, d'abord, déterminée, en ce sens qu'elle ne contient qu'une inconnue r, et, en second lieu, équivaut complètement à l'équation

$$x^n - 1 = 0,$$

en ce que, après avoir servi à faire connaître la racine r, elle fournirait toutes les autres r^2, r^3, ..., r^{n-1}.

Pour calculer les coefficients de l'une des équations que nous avons déjà tant de fois définies et dont les racines sont les sommes des termes de périodes semblables, ou formées d'un même nombre de racines de l'équation $\frac{x^n - 1}{x - 1} = 0$, on peut recourir soit aux expressions des coefficients d'une équation quelconque en fonction de ses racines, soit aux relations entre ces coefficients et les sommes des puissances semblables et entières des racines.

Dans le premier cas, si l'on désigne par $p, p', p'', \ldots,$ les racines de l'équation cherchée, ou les sommes des termes des périodes dont elle procède, on a à calculer les expressions

$$\Sigma p, \quad \Sigma pp', \quad \Sigma pp'p'', \quad \ldots;$$

dans le second, ce sont les expressions de

$$\Sigma p, \quad \Sigma p^2, \quad \Sigma p^3, \quad \ldots,$$

dont on a besoin.

Dans l'un comme dans l'autre cas, les choses en question sont des produits de sommes de racines de l'équation proposée

$$\frac{x^n - 1}{x - 1} = 0,$$

provenant de périodes semblables. Or, on va voir que le produit des sommes de racines contenues dans deux périodes semblables est toujours la somme des racines contenues dans autant de pé-

riodes semblables aux deux autres qu'elles contiennent de termes, ces périodes pouvant d'ailleurs se confondre partiellement. Ce fait tient simplement d'abord à ce que toutes les racines sont des puissances consécutives de l'une d'entre elles, en second lieu au mode de groupement des racines dans une période.

Quoi qu'il en soit, on voit clairement que, le théorème qui vient d'être énoncé étant démontré, on pourra aisément former des produits de degrés quelconques de la forme

$$p^k p', \quad \ldots, \quad p''$$

ou de la forme

$$p^q.$$

La démonstration de ce théorème, présentée d'une manière générale, est difficile à suivre; mais on le vérifiera aisément sur des exemples.

Ainsi, si l'on considère les deux premières périodes de six termes qui correspondent à l'équation $\frac{x^{19}-1}{x-1}=0$, savoir

$$r, \quad r^8, \quad r^7, \quad r^{18}, \quad r^{11}, \quad r^{12}=p$$

et

$$r^2, \quad r^{16}, \quad r^{14}, \quad r^{17}, \quad r^3, \quad r^5=p',$$

on trouvera que

$$pp'=p+2p'+3p'',$$

ce qui constitue six périodes dont l'une est p, deux autres sont p' et les trois dernières sont p''.

On trouverait de même

$$p'p''=p'+2p''+3p$$

et

$$p''p=p''+2p+3p'.$$

Si l'on cherchait p^2, on trouverait, en tenant compte de ce que $p+p'+p''=-1$,

$$\begin{aligned} p^2 &= 5+p'+p'', \\ p'^2 &= 5+p''+p, \\ p''^2 &= 5+p+p'. \end{aligned}$$

Cela posé, il n'y a qu'un mot à ajouter pour montrer comment on pourra calculer les coefficients de l'équation de degré α relative à $\frac{x^n-1}{x-1}=0$. Prenons encore pour exemple l'équation $\frac{x^{19}-1}{x-1}$. D'après ce qu'on vient de voir, l'équation de degré $\alpha=3$ relative à cet exemple est

$$z^3-(p+p'+p'')z^2+(pp'+p'p''+p''p)z-pp'p''=0;$$

or 1°

$$p+p'+p''=-1,$$

2°, d'après le calcul précédent,

$$pp'+p'p''+p''p=6(p+p'+p'')=-6,$$

3°

$$\begin{aligned} pp'p'' &= (pp')p''=(p+2p'+3p'')p'' \\ &= pp''+2p'p''+3p''^2. \end{aligned}$$

et, si l'on fait le calcul, on trouve $pp'p''=7$, de sorte que l'équation cherchée est

$$z^3+z^2-6z-7=0.$$

Voyons maintenant comment on pourrait calculer les coefficients de l'équation de degré β, dont les racines seraient les sommes des termes des β périodes formées d'une des périodes qui auront concouru à former les racines de l'équation de degré α.

Ce nouveau calcul sera toujours sujet à une difficulté, que

nous avons au reste déjà signalée, lorsque l'équation de degré α ne pourra pas être résolue exactement. Cette difficulté consiste en ce qu'il faudrait d'abord définir celle des équations de degré β que l'on voudrait former, choisir pour cela une des périodes qui ont concouru à constituer les racines de l'équation de degré α et assigner la racine correspondant à cette période, parce qu'elle entrera dans les valeurs des coefficients de l'équation cherchée de degré β. Or on peut bien choisir la représentation littérale de la période à décomposer en β plus simples, mais quelle serait celle des racines de l'équation de degré α qu'il faudrait regarder comme provenant de cette période?

La difficulté n'est pas précisément théorique, mais elle sera au moins embarrassante dans la pratique. Voici comment Gauss la résout : si l'on s'est donné la forme algébrique de la racine désignée par r, si par exemple on a fait

$$r = \cos\frac{2\pi}{n} + \sqrt{-1}\sin\frac{2\pi}{n}$$

et que ce soit la période

$$r, \quad r^{k}, \quad r^{k^2}, \quad \ldots, \quad r^{h^{c-1}}$$

que l'on veuille décomposer, on pourra calculer au moyen des Tables, avec une grande approximation, la somme

$$p = r + r^{k} + r^{k^2} + \ldots;$$

d'un autre côté, on pourra résoudre par approximation l'équation de degré α; on pourra donc, en comparant ses racines à la somme trouvée p, assigner celle qui correspondra à la période choisie.

Supposons que la difficulté soit levée, et voyons pour l'équation $\dfrac{x^{19}-1}{x-1}$, qui continuera à nous servir d'exemple, comment

nous formerons l'équation de degré $\beta = 3$, dont les racines seraient formées des trois périodes de deux termes contenues dans la première des trois périodes de six termes, c'est-à-dire dans la période trouvée plus haut

$$r, \quad r^8, \quad r^7, \quad r^{18}, \quad r^{11}, \quad r^{12}.$$

Supposons d'ailleurs que la racine de l'équation de degré $\alpha = 3$, correspondant à cette période, soit connue et désignons-la par p. Les périodes qui concourront à former les racines de l'équation de degré β ont déjà été trouvées, ce sont :

$$\begin{array}{ll} r\,, & r^{18}, \\ r^8, & r^{11}, \\ r^7, & r^{12}, \end{array}$$

et les racines de cette même équation sont

$$q = r + r^{18}, \quad q' = r^8 + r^{11}, \quad q'' = r^7 + r^{12};$$

or on aura d'abord

$$q + q' + q'' = p;$$

si l'on calcule $qq' + q'q'' + q''q$, on trouvera facilement que cette somme équivaut à

$$p + p'';$$

enfin, si l'on cherche $qq'q''$, on le trouvera égal à

$$2 + p'.$$

L'équation cherchée sera donc

$$u^3 - pu^2 + (p + p'')\,u - 2 - p' = 0;$$

mais p, ni p', ni p'' ne pourront être connus que par approximation.

Enfin l'équation de degré $\zeta = 2$ aura, par exemple, pour racines r et r^{18}; son second terme aura pour coefficient la racine correspondant à la période

$$r, \quad r^{18}$$

de l'équation précédente, en u, et pour terme tout connu

$$r \times r^{18} = r^{19} = 1.$$

Cette dernière équation sera donc

$$v^2 - qv + 1 = 0,$$

si q désigne la racine à adopter, parmi celles de l'équation en u. Mais q ne pourra être connu que par approximation et, d'ailleurs, sous des réserves analogues à celles qui ont déjà été indiquées précédemment, lorsqu'il s'est agi de la racine p.

S'il s'agissait de l'équation

$$x^{17} - 1 = 0,$$

on aurait

$$n - 1 = 16 = 2 \times 2 \times 2 \times 2,$$

de sorte que toutes les équations intermédiaires seraient du second degré et pourraient être résolues.

La dernière de ces équations, si les opérations avaient été dirigées en conséquence, admettrait parmi ses deux racines

$$r = \cos\frac{2\pi}{17} + \sqrt{-1}\sin\frac{2\pi}{17}.$$

nt connue, on pourra en déduire $\cos\frac{2\pi}{17}$. Gauss a trouvé

$$= -\frac{1}{16} + \frac{1}{16}\sqrt{17} + \frac{1}{16}\sqrt{34 - 2\sqrt{17}}$$

$$+ \frac{1}{8}\sqrt{17 + 3\sqrt{17} - \sqrt{34 - 2\sqrt{17}} - 2\sqrt{34 + 2\sqrt{17}}}.$$

On pourrait donc, avec la règle et le compas, inscrire au cercle un polygone régulier de 17 côtés.

Il en est de même de tous les polygones réguliers dont le nombre de côtés est premier et tel que, diminué de 1, il fournisse une puissance exacte de 2.

« Il y a certainement bien lieu de s'étonner, dit Gauss en terminant, que, la divisibilité du cercle en 3 et 5 parties ayant été connue dès le temps d'Euclide, on n'aît rien ajouté à ces découvertes dans un intervalle de deux mille ans, et que tous les géomètres aient annoncé comme certain, qu'excepté ces divisions et celles qui s'en déduisent, on ne pouvait en effectuer aucune par des constructions géométriques. »

Telle est en substance la belle théorie de l'illustre géomètre de Brunswick; nous l'avons réduite autant que possible, en élaguant tout ce qui n'était pas absolument indispensable pour en faire comprendre l'économie. Mais ce n'est pas sans regrets que nous avons opéré ces réductions; on trouvera en effet dans l'ouvrage de Gauss une infinité de remarques précieuses que nous avons dû omettre. Ainsi, après avoir formé l'équation de degré α correspondant à une équation $\frac{x^n - 1}{x - 1} = 0$, Gauss montre qu'on pourrait en tirer séparément les équations qui fourniraient respectivement les e racines de l'équation proposée, contenues dans toutes les α périodes; de sorte que l'on pourrait décomposer le polynôme

$$X = x^{n-1} + x^{n-2} + \ldots + x + 1$$

en α facteurs, chacun du degré e.

Mais je dois prévenir le lecteur qui voudrait entreprendre

l'étude de l'ouvrage de Gauss, que, de tous ceux que j'ai lus, c'est bien le plus difficile à déchiffrer, car il faut tout y deviner.

Les Allemands en général ne sont pas habiles à présenter leurs idées; mais je crois que Gauss a rêvé de réunir, d'abord, tous les défauts de ses compatriotes, en second lieu d'y en ajouter encore qui lui soient propres, afin de s'assurer sur eux une supériorité incontestable. Il a surtout pour les abréviations une prédilection démontante : il représente une chose, très aisée à noter, par un symbole, un groupe de choses analogues par un autre symbole, un groupe de ces groupes par un troisième symbole et ainsi, souvent, jusqu'à la cinquième puissance.

Pauca sed matura, dit-il en parlant de ses ouvrages; il n'en a pas donné *pauca*, mais il a mis *pauca* mots dans chacun, trop *pauca*.

THÉNARD (LOUIS-JACQUES).

[Né à La Louptière (Aube) en 1777, mort à Paris en 1857.]

Fils aîné d'un simple cultivateur chargé de famille, il quitta le toit paternel à dix-sept ans, avec deux amis d'enfance, pour venir étudier à Paris. Il se proposait d'acquérir le titre de docteur en médecine; ses deux camarades voulaient devenir pharmaciens. Leurs ressources réunies fournissaient un total de 48 sous par jour; quant à leur savoir, il se réduisait aux connaissances acquises dans les leçons qu'avait bien voulu leur donner le curé du village. Déjà aussi habile que prévoyant, Thénard, après s'être logé avec ses deux amis dans une mansarde du quartier latin, confia les fonds communs à la femme d'un porteur d'eau qui habitait la même maison, et assura ainsi l'existence

journalière de la petite colonie. La mère Bateau était bonne femme, mais elle exigeait de ses hôtes une sévère exactitude; quand elle avait desservi, il fallait attendre au lendemain, ou s'adresser ailleurs. « Quelques jours de rude abstinence qu'elle me fit subir, racontait Thénard, me firent contracter une habitude de ponctualité dont je ne me suis jamais départi depuis et qui a ajouté à ma reconnaissance pour cette excellente femme. » Thénard s'était empressé de se rendre aux cours gratuits de Fourcroy et de Vauquelin, mais il voulait pratiquer lui-même. La difficulté était grande : songer à acheter des appareils et des produits chimiques était impossible; d'un autre côté, pour entrer comme élève dans un laboratoire, il fallait encore pouvoir fournir une petite cotisation mensuelle, et les 16 sous quotidiens étaient déjà absorbés par la table et le loyer. Thénard alla bravement trouver Vauquelin et lui proposa ses services comme garçon de laboratoire. Il ne dut le succès qu'à l'intervention d'une des sœurs du célèbre chimiste qui, présente à l'entretien, dit à son frère : « Tu devrais le garder; il aiderait dans le laboratoire et surveillerait notre pot-au-feu, que tous tes muscadins laissent trop bouillir. » « Je n'ai jamais été assez ingrat, disait Thénard, pour oublier depuis qu'un pot-au-feu qui bout ne fait que de mauvaise soupe. »

Trois ans se passèrent ainsi sans apporter le moindre changement à la fortune du futur pair de France, mais son caractère facile et la sagacité de son esprit lui avaient gagné l'affection de son maître. Vauquelin le fit admettre comme professeur dans une institution, puis, songeant déjà à le faire entrer à l'École Polytechnique, comme répétiteur du cours de Chimie, il lui confia quelque temps son propre cours sous prétexte d'une

absence. Thénard avait en tout conservé les formes provinciales, qu'il n'a au reste jamais complètement perdues ; ses premières leçons laissèrent beaucoup à désirer ; cependant, à la cinquième, il avait pris un peu d'assurance et déjà osait promener ses regards dans la salle, lorsqu'il aperçut dans un coin Fourcroy et Vauquelin qui souriaient à ses efforts. Cette vue le désarçonna au point qu'il s'enfuit au plus vite. Mais ses deux protecteurs avaient résolu de le faire nommer.

Ses premiers travaux datent de 1799. Un jour Chaptal, ministre de l'intérieur, le fait appeler dans son cabinet, et, sans autre préambule : « Le bleu d'outremer nous manque, lui dit-il ; d'ailleurs, c'est en tout temps un produit fort rare et fort cher, et Sèvres a besoin d'un bleu qui résiste au grand feu. Voici 1,500 francs, va me découvrir un bleu qui remplisse les conditions que j'indique. — Mais, dit Thénard, je... — Je n'ai pas de temps à perdre, reprend Chaptal, va-t'en et apporte-moi mon bleu au plus vite. » Un mois après, Thénard avait résolu le problème.

Sa fortune grandit alors rapidement. Vauquelin renonça d'abord pour lui, en 1802, à sa chaire au Collège de France ; il fut nommé ensuite successivement : membre du comité consultatif des manufactures ; membre de l'Institut, en remplacement ourcroy (1810) ; membre de la Légion d'honneur (1815) ; président du conseil supérieur de l'instruction publique ; ent de la Société d'encouragement et du jury de l'Exposi- quinquennale ; doyen de la Faculté des Sciences ([illegible]). arles X le fit baron en [illegible]. Après avoir été membre de mbre des députés pendant quatre ans (de [illegible] à [illegible]), nommé pair de France en [illegible] grand officier de la Légion

'honneur en 1842, et, peu après, chancelier de l'Université.

Les circonstances de sa nomination au Collège de France néritent d'être rapportées. Un matin, à l'aube du jour, Vauquelin frappe à sa porte : « Allons, allons! dit-il, et qu'on se fasse beau! — Qu'y a-t-il? dit Thénard, en se frottant les yeux appesantis par une longue veillée. — Il y a, répond Vauquelin, que la loi sur le cumul me force à renoncer à ma chaire du Collège de France et que je veux que vous alliez demander ma succession. — Je ne le puis, je ne le dois pas, reprend Thénard. — Dépêchez-vous donc, j'ai pris un cabriolet à l'heure et vous me ruinez avec vos retards. » Thénard fit avec Vauquelin les visites nécessaires et réussit grâce à ce puissant patronage.

Son élection à l'Académie exalta son cœur beaucoup plus que sa tête : « Dès que je fus bien sûr, écrit-il, que je pouvais y croire, je fis mon paquet et je partis pour La Louptière. Quelle joie j'allais causer à ma mère! Pour comble de bonheur, j'avais dans mon bagage l'*Imitation de Jésus-Christ*, en gros caractères, où elle pourrait lire sans lunettes. »

Au retour, il obtint la main de la petit-fille de Conté, dans la famille de qui il était reçu depuis longtemps avec affection. Il commença dès lors à édifier la grande fortune qui lui a permis plus tard de faire tant de bien.

Thénard était toujours resté assez rude de manières. « Ne faisant, dit Flourens, qu'un nombre restreint d'expériences, il es voulait rigoureuses, frappantes, présentées au moment précis. A la plus légère inadvertance, au plus léger mécompte, de rudes bourrasques venaient assaillir les pauvres aides, qui eussent eu la vie bien dure sans les prompts retours de son bon cœur. Un jour, pour consoler un préparateur qu'il venait de malmener

rudement, il s'écria devant l'auditoire : « Fourcroy m'en a fait « bien d'autres! Cela donne de la promptitude dans l'esprit. »

Berzélius vint exprès de Stockholm pour le voir et, après l'avoir entretenu quelques instants, se dirigea vers le Collège de France, où Thénard s'était lui-même rendu pour faire sa leçon. Au bout de quelque temps, Thénard reconnaît dans l'auditoire son visiteur du matin ; il se trouble, balbutie, puis s'écrie : « Messieurs, vous allez comprendre mon trouble, M. Berzélius est là. » Les applaudissements éclatèrent, et Berzélius fut obligé de venir siéger près du professeur.

Pendant une de ses leçons à l'École Polytechnique, il but, par mégarde, une gorgée d'une solution de sublimé corrosif. « Messieurs, dit-il, je viens de m'empoisonner, qu'on m'aille chercher des œufs. » Les élèves volèrent de tous côtés pour en rapporter ; l'un d'eux, courant jusqu'à la Faculté de Médecine et pénétrant dans l'amphithéâtre de Dupuytren : « Thénard, dit-il, vient de s'empoisonner à l'École Polytechnique. » Dupuytren dit simplement : « Vous entendez ! » et il sauta dans un cabriolet. La rentrée de Thénard fut saluée, quelque temps après, par les témoignages du plus vif et du plus cordial enthousiasme.

Les découvertes de Thénard qu'on cite le plus souvent sont celles du bleu qui porte son nom et de l'eau oxygénée ; la Chimie lui en doit d'autres beaucoup plus importantes, puisqu'elles se rapportent aux principes mêmes de la Science, et sur lesquelles, [illegible] raison, nous insisterons davantage. Ces dernières ont [illegible] en commun avec Gay-Lussac. Les deux jeunes rivaux [illegible] rencontrés chez Berthollet, à Arcueil, et s'y étaient liés [illegible] amitié qui ne s'est pas démentie depuis. Ils découvrirent [illegible] corps simple, le bore. Berzélius venait de découvrir

la propriété que possède le courant voltaïque de séparer les éléments des corps composés, et Davy avait obtenu le grand prix de l'Institut pour avoir décomposé la potasse et la soude au moyen de la pile; Gay-Lussac et Thénard donnèrent bientôt après un procédé pour préparer en grand le potassium et le sodium, par des réactions purement chimiques. Leur méthode a depuis été étendue aux bases terreuses. Leur travail fut publié en 1811, sous le titre de *Recherches physico-chimiques*.

Thénard s'appliquait particulièrement à multiplier les applications industrielles de la Chimie; il donna aux peintres une belle couleur bleue minérale, à base de cobalt, apprit à épurer les huiles d'éclairage par la méthode que l'on suit encore aujourd'hui, inventa avec Roard un procédé ingénieux pour la fabrication de la céruse; avec Darcet, un mastic hydrofuge pour la peinture à fresque, etc.

Dans les dernières années de sa vie, il institua la Société de secours des Amis des Sciences, destinée à venir en aide aux héritiers de ceux que la culture des Sciences n'empêche pas toujours de tomber dans le dénûment. Cette société, reconnue d'utilité publique, sous l'empire, n'a fait que prospérer depuis, et rend maintenant de grands services.

Son *Traité élémentaire de Chimie théorique et pratique*, dont la première édition date de 1813, et la sixième et dernière de 1836, a régné seul dans les écoles pendant plus de vingt-cinq ans. On peut dire, avec Flourens, que « presque toute l'Europe a appris de M. Thénard la Chimie et que la plupart des grands chimistes français ou étrangers s'honorent aujourd'hui en lui rendant hommage de leur savoir. »

Outre les ouvrages publiés à part, que nous avons cités plus

haut, on trouve de Thénard, dans le *Journal de l'École Polytechnique,* dans les *Annales de Chimie,* dans les *Annales de Physique et de Chimie,* et dans le *Recueil de l'Académie des Sciences,* un grand nombre de Notes ou Mémoires, dont nous citerons les principaux. Ce sont : *Notice sur l'acide sébacique* (1802) ; *Recherches sur les oxydes et les sels de mercure* (1806), avec Fourcroy; *Notice sur la purification de l'huile de colza; Notice sur les tartrates; Sur les phosphates de soude et d'ammoniaque ; Sur les oxydes de cobalt et les composés ammoniaco-métalliques; Sur le nickel; Sur l'oxydation des métaux en général, et en particulier du fer; Sur l'analyse de la sueur; l'acide qu'elle contient et les acides de l'urine et du lait; Sur différents éthers; Sur les produits de l'action des muriates métalliques; Sur la décomposition de la potasse et de la soude; Sur l'analyse des matières végétales et animales; Sur les mordants employés en teinture; Réplique aux Mémoires de Davy; Expériences sur le phosphore; Expériences sur le gaz ammoniac; Sur l'eau oxygénée; Mémoire sur l'action des acides végétaux sur l'alcool; Mémoire sur la combinaison de l'oxygène avec l'eau et sur les propriétés extraordinaires que possède l'eau oxygénée.*

POINSOT (LOUIS).

(Né à Paris en 1777, mort en 1859.)

Il fit partie de la première promotion de l'École Polytechnique, qu'il quitta avec le titre d'ingénieur des ponts et chaussées, à l'âge de dix-neuf ans. Nommé bientôt professeur au lycée Bonaparte et, successivement, professeur, examinateur de sortie et membre

du conseil de perfectionnement à l'École Polytechnique, il justifia son rapide avancement par la publication de ses *Éléments de statique* (1803). Cet ouvrage, qui traite des parties les plus élémentaires de la Mécanique, « présente cela de remarquable, dit Fourier, qu'il renferme des principes nouveaux dans une des matières les plus anciennement connues, inventée par Archimède et perfectionnée par Galilée. » Inspecteur général en 1813, il fut, la même année, appelé à remplacer Lagrange dans la section de Géométrie de l'Académie des Sciences.

Il était depuis longtemps membre du Conseil supérieur de l'instruction publique lorsqu'il reçut, en 1846, la croix de grand officier de la Légion d'honneur et un siège à la Chambre des pairs. Il fut appelé, en 1852, à faire partie du Sénat.

L'histoire de la Mécanique inscrira son nom parmi ceux de ses fondateurs les plus distingués.

La statique de Poinsot a été abandonnée dans ces derniers temps. On a jugé, avec raison, croyons-nous, que l'enseignement de cette section de la Mécanique ne devait pas être présenté isolément : d'une part, les procédés détournés et artificiels de démonstration qu'on était réduit à y employer ne portaient pas en eux des moyens de conviction suffisants; de l'autre, l'habitude à laquelle se formait l'esprit, dans cet enseignement, de faire complètement abstraction de la masse et de la figure des corps présentait des inconvénients évidents.

Poinsot avait autant que possible simplifié les démonstrations; mais il avait laissé subsister une confusion assez grave pour pouvoir servir de base légitime à la critique : les théorèmes relatifs à la composition des forces appliquées à un solide invariable sont les mêmes, soit que ces forces se fassent effectivement équilibre ou

qu'elles doivent mettre le corps en mouvement. Mais les moyens de démonstration ne sont pas les mêmes ; il fallait donc, non-seulement éviter d'énoncer ces théorèmes sous leur double sens, mais encore, bien spécifier, chaque fois, que les conclusions devaient se rapporter exclusivement au cas où les forces considérées feraient partie d'un système en équilibre. En usant, en effet, pour faciliter les démonstrations, de cet artifice, permis en Statique, qui consiste à joindre au corps les points de l'espace dont on peut avoir besoin pour y appliquer des forces intermédiaires, on s'interdit à l'avance le droit de transporter les lois constatées au cas où le système prendrait un mouvement.

Quoi qu'il en soit, la statique de Poinsot, pour n'être plus classique, ne s'en conservera pas moins. C'est, sous une infinité de rapports, un modèle précieux, presque inimitable, que les savants aimeront toujours à relire.

La théorie des couples était aussi élégante que l'idée qui y avait donné naissance était profonde, et il est difficile de s'expliquer comment elle a pu être emportée dans la réforme de l'enseignement de la Mécanique : tout mouvement de solide se ramène à une translation et à une rotation et tout système de forces se ramène à une force unique et à un couple unique; d'ailleurs c'est la résultante unique qui produit à elle seule la translation comme c'est de l'action exclusive du couple que naît la rotation il n'y avait donc pas d'idée plus heureuse que celle de faire d'un couple un élément dynamique, une cause monôme de mouvement. On y reviendra sans aucun doute.

Une découverte plus brillante de Poinsot, et celle-là placée au-dessus des vicissitudes de la mode, est celle de son admirable théorème sur le mouvement d'un solide abandonné à lui-même

Ses principaux ouvrages, en dehors de la *Statique*, sont : *Mémoire sur la composition des moments et des aires* et *Théorie générale de l'équilibre et du mouvement des systèmes* (*Journal de l'École Polytechnique*, année 1806); *Mémoire sur les polygones et les polyèdres réguliers* (*Journal de l'École Polytechnique*, 1810); *Mémoire sur l'application de l'Algèbre à la théorie des nombres* (*Journal de l'École Polytechnique*, 1820); *Recherches sur l'analyse des sections angulaires* (Paris, 1825, in-4°); *Théorie nouvelle de la rotation des corps* (Paris, 1834, in-8° de 60 pages); *Mémoire sur les cônes circulaires roulants* présenté à l'Académie en 1853, etc.

Poinsot a donné en outre de nombreux articles au *Bulletin universel des Sciences*, à la *Correspondance de l'École Polytechnique* et au *Journal des savants étrangers*.

C'est à lui que revient l'honneur d'avoir le premier donné au moyen des imaginaires, l'interprétation des solutions singulières d'un problème de Géométrie.

Peyrard l'avait consulté au sujet de la présence dans l'équation du troisième degré à laquelle Archimède avait été conduit par la question de diviser une sphère en raison donnée, des deux solutions étrangères qu'elle comporte. Poinsot répondit que ces deux solutions se rapportaient à l'hyperboloïde qu'engendrerait la révolution autour du diamètre de la sphère, perpendiculaire au plan sécant cherché, de l'hyperbole équilatère qui toucherait aux extrémités de ce diamètre, le grand cercle de la sphère déterminé par un plan passant par ce même diamètre.

CAGNIARD DE LA TOUR

(Né à Paris en 1777, mort en 1859.)

Il fut compris dans l'une des premières promotions de l'École Polytechnique. Il perfectionna la Physique en plusieurs points, mais il s'illustra par l'invention de sa *sirène* qui fournit le premier moyen qu'on ait eu de compter exactement le nombre d'oscillations correspondant à un son donné et constitue encore un instrument précieux pour la vérification des lois relatives aux vibrations des corps élastiques, bien qu'on ait réalisé depuis, dans le même but, des instruments plus parfaits.

DAVY (SIR HUMPHRY)

[Né à Pensame (Cornouailles) en 1778, mort à Genève en 1827.]

Il était l'aîné de cinq enfants. Son père, qui, après avoir exercé sans profit l'état de sculpteur sur bois et de doreur, s'était retiré dans une propriété qu'il possédait, mourut en 1794, laissant sa veuve dans une situation fort triste. Le jeune Humphry avait profité avec ardeur du peu de moyens qu'il avait trouvés de s'instruire. Livré à lui-même, il en profitait pour parcourir en poète les sites qui environnent sa ville natale et s'essayait à en décrire les beautés, lorsque la mort de son père vint l'arracher à ses plaisirs favoris. Sa mère, réduite à ouvrir une petite boutique de modes et à fonder une pension bourgeoise pour les étrangers, le plaça chez un pharmacien, en qualité d'aide apprenti. Heureusement son maître le chargeait de toutes les courses, et Davy trouvait souvent à satisfaire son désir d'apprendre. Un des fils

de Watt étant venu passer quelque temps chez M^me^ Davy, Humphry chercha obstinément les moyens de se faire remarquer de lui, et, pour pouvoir lier connaissance, se mit à dévorer la *Chimie* de Lavoisier, qui lui révéla sa vocation. Soit fantaisie, soit intuition, il se prit à se persuader que la théorie de la combustion, de notre illustre compatriote, laissait beaucoup à désirer; il fit part de son opinion à Watt et l'appuya d'expériences assez ingénieuses, de raisonnements assez subtils pour attirer l'attention de son interlocuteur. C'était le seul but qu'il se fût proposé, mais le goût des recherches scientifiques était né en lui, et il trouva une carrière brillante là où il n'avait cherché qu'une distraction passagère. Encouragé par Watt, il adressa au docteur Thomas Beddoes, pour le recueil scientifique qu'il publiait, un mémoire sur la chaleur et la lumière, où il essayait de ruiner la théorie de Lavoisier, et un autre sur la respiration des plantes marines et leur action sur l'eau dans laquelle elles vivent. Beddoes s'empressa de l'appeler près de lui dans son Institution pneumatique, établissement médical où il traitait les maladies du poumon. Le contrat d'apprentissage du jeune Davy fut résilié sans difficulté par son patron, qui ne le regardait que comme un pauvre sujet. Heureusement Beddoes en jugeait autrement; il s'empressa de mettre à la disposition de son jeune ami un laboratoire et même son amphithéâtre, pour y donner des leçons. C'est dans l'Institution pneumatique que Davy reconnut, en 1800, l'action *exhilarante* du protoxyde d'azote, découvert depuis vingt-quatre ans par Priestley, et qu'il fit sur lui-même une série d'expériences relatives aux actions physiologiques de la vapeur du charbon.

Le comte de Rumford venait de fonder à Londres l'Institution

royale, destinée à propager les découvertes scientifiques applicables à l'industrie et à tous les arts utiles; il s'était brouillé avec son professeur de Chimie, le docteur Garnett; les amis de Davy imaginèrent de le lui proposer. La présentation fut aussi pénible que le comportait le caractère de Rumford; cependant le jeune candidat obtint la faveur de pouvoir faire quelques leçons sur les propriétés des gaz, dans une chambre particulière de la maison. Il n'en fallait pas davantage : la variété des idées, la clarté, la vivacité du nouveau professeur enchantèrent bientôt le public, et l'on se vit aussitôt obligé de lui offrir le grand amphithéâtre. Sa jeunesse, sa jolie figure l'ayant mis à la mode, il se laissa aller volontiers aux douceurs d'une existence si nouvelle pour lui, sans jamais perdre de vue pourtant les intérêts de la Science.

Sa rapide élévation paraîtrait avoir été mesurée à la brièveté de la carrière qu'il lui était réservé de parcourir; mais sa fébrile organisation lui imposait une activité proportionnée. Nommé membre de la Société royale en 1803 et secrétaire de cette Société en 1806, on le voit couronné par l'Institut en 1807, associé à ce corps en 1817, fait baronnet en 1818, élevé enfin à la présidence de la Société royale en 1820. L'énumération parallèle de ses travaux montrera que de si grands honneurs étaient bien mérités.

Dès 1801, Davy avait construit une pile puissante, différente de celle de Volta, dans laquelle un seul métal alternait avec deux liquides; en 1802, il donnait les premiers exemples de décompositions chimiques par la pile; en 1806, il formulait cette idée hardie que *l'affinité chimique n'est autre que l'énergie des pouvoirs électriques opposés*; peu de temps après, il décomposait la potasse et la soude et obtenait deux nouveaux métaux dont les remarquables propriétés ajoutaient encore à l'éclat de leur décou-

verte. C'est lui qui a donné leurs noms au *potassium* et au *sodium*.

Il avait conservé une sorte de rancune enfantine à la théorie de la combustion, et il y cherchait partout des exceptions. La décomposition des alcalis fixes en métaux et en oxygène, jusqu'alors inconnue, venait déjà de porter un coup assez rude à cette théorie, en montrant l'oxygène aussi bien producteur de bases que d'acides; mais Davy voulait absolument détrôner l'oxygène. L'acide muriatique lui fournit enfin, en 1810, l'exemple qu'il cherchait depuis si longtemps. Les chimistes s'efforçaient en vain depuis Scheele de découvrir le radical de cet acide; on se perdait dans les dénominations d'acide muriatique pur, déphlogistiqué et oxygéné; on s'égarait encore davantage dans les théories qui avaient donné lieu à ces appellations. Gay-Lussac et Thénard venaient bien d'émettre l'hypothèse qui devait trancher la question, mais ils n'avaient pas osé la formuler catégoriquement. C'est Davy qui proclama le chlore un corps simple et qui le baptisa. Les découvertes de l'iode et du fluor vinrent bientôt après confirmer la théorie de Davy.

Sa réputation était devenue telle, que les industriels ne croyaient plus que rien lui fût impossible. Une terrible explosion étant venue frapper un grand nombre d'ouvriers dans une mine de Cornouailles, un comité de propriétaires de mines vint porter à Davy l'invitation d'indiquer les moyens de prévenir de tels accidents. La question était pressante, mais difficile; Davy la résolut en quelques mois par l'invention de la lampe de sûreté, qui a depuis sauvé la vie à des milliers de travailleurs. Cette découverte est d'autant plus belle qu'elle n'a rien de fortuit : la question exigeant une solution d'autant plus prompte qu'il s'agissait de vie et de mort, Davy se mit aussitôt à l'étude; il commença par

analyser le grisou, se rendit compte des proportions dans lesquelles son mélange avec l'air le rend dangereux, expérimenta l'explosion du mélange dans différents réservoirs, et ayant remarqué que la combustion des deux gaz donnait assez peu de chaleur pour que l'interposition de diaphragmes solides arrêtât la propagation de la flamme, il en vint bientôt, après quelques essais, à proposer l'emploi de toiles métalliques pour isoler l'intérieur de la lampe, de l'air répandu dans les galeries de la mine.

« Il semblait, dit Cuvier, que l'on pût désormais commander à Davy une découverte comme on commande à d'autres une fourniture. L'amirauté, préoccupée des dépenses qu'exigeaient l'entretien et le renouvellement des armures de cuivre dont on recouvrait les coques des navires, lui demanda, en 1823, un préservatif pour en empêcher la rapide oxydation; la réponse ne se fit pas davantage attendre. Davy, après avoir constaté que l'altération du cuivre était produite par le sel marin, qui lui-même se décomposait pour donner lieu à la formation d'un chlorhydrate de cuivre, imagina simplement de fixer les plaques par des clous de fer, qui formeraient avec le cuivre des éléments où ce dernier métal, chargé d'électricité négative, perdrait la faculté d'agir sur la dissolution saline. »

La santé de Davy allait en déclinant depuis 1818. On lui avait donné un million à Naples, pour aider de ses connaissances la commission des fouilles d'Herculanum. L'activité de son intelligence était toujours la même, mais le goût des rêveries poétiques lui était revenu. Pendant les hivers de 1827 et de 1828, qu'il passa en Italie, il écrivit sous le titre de *Salmonia*, le récit intéressant de ses voyages et de ses observations sur l'Histoire naturelle, et les *Consolations en voyage* que Cuvier appelle

l'œuvre d'un Platon mourant et où l'on retrouve ces douces rêveries et ces vagues pensées qui avaient enchanté sa jeunesse. Atteint d'une hémiplégie du côté droit, il succomba à une dernière attaque, à Genève, le 29 mai 1829. Il était membre titulaire ou correspondant de la plupart des sociétés savantes de l'Europe. Sa veuve fonda en souvenir de lui un prix de Chimie, que l'Académie de Genève décerne tous les deux ans; quand elle mourut, en 1868, elle légua à la Société royale de Londres, pour que le prix en fût employé à de nouvelles récompenses scientifiques, un magnifique service d'argenterie valant 100,000 francs, que les propriétaires de mines avaient offert par souscription à Davy pour lui témoigner leur gratitude, après sa découverte de la lampe de sûreté.

CANDOLLE (AUGUSTIN-PYRAME DE)

(Né à Genève en 1777, mort en 1841.)

Il descendait, par son père, d'une famille noble originaire de la Provence. Un de ses aïeux, après avoir embrassé la religion réformée (1590), avait dû se réfugiér à Genève, alors métropole du calvinisme; il s'y était fixé et y avait acquis le droit de bourgeoisie. Son père prit une part active aux affaires publiques; membre du grand conseil pendant vingt ans, il fut promu deux fois au poste de premier syndic, c'est-à-dire au poste le plus élevé du gouvernement génevois. Sa mère était la petite-nièce du génevois Lefort, un des principaux ministres du czar Pierre le Grand. De Candolle reçut une éducation distinguée; son développement intellectuel fut, il est vrai, en partie laissé à sa propre initiative à cause de la délicatesse de sa santé; mais cette

faiblesse même, en l'éloignant des amusements de son âge, des dissipations et des exercices physiques, lui fit prendre, dans la vie sédentaire à laquelle il était astreint, un goût prononcé pour l'étude. Il était doué d'ailleurs du plus heureux naturel. Dès l'âge de six à sept ans, il s'essayait à faire des comédies. Florian, ami de sa famille, vint, à cette époque, passer un hiver à Genève. « Tu vois monsieur, dit un jour M^{me} de Candolle à son fils, il est auteur de charmantes pièces de théâtre. » L'enfant, prenant aussitôt le ton de la confraternité, répondit : « Ah! vous faites des comédies; eh bien! moi aussi. » Florian lui fit don de ses œuvres comme à un confrère, et prédit au futur botaniste une carrière d'auteur dramatique. Une maladie grave mit, pendant quelque temps, la vie du jeune de Candolle en danger. Après sa guérison, il suivit les études du collège de Genève, où il se fit remarquer par son aptitude et son goût pour la versification. Presque tout ce qu'il écrivait, il l'écrivait en vers. « Maîtres et camarades, dit M. Flourens, étaient toujours entre la chance d'une épître ou la chance d'une épigramme, selon la disposition du moment. »

Ces paisibles études furent interrompues par les orages de notre première révolution. En 1792, une armée française avait envahi la Savoie et menaçait Genève; tandis que les citoyens couraient aux armes, les femmes et les enfants sortirent de la ville, et allèrent chercher, dans l'intérieur de la Suisse, un abri contre le danger. Un village, situé au pied du Jura et près de Neufchâtel, fut l'asile où la mère de de Candolle se réfugia avec son fils. Là, pour la première fois, les beautés de la nature se révélèrent à cet adolescent lettré et versificateur qui, sans doute, les avait déjà chantées, mais, comme il arrive souvent, sans les

connaître. De l'émotion poétique il passa à la curiosité scientifique. Il admira les fleurs, se plut à en recueillir pour les voir de près et en détail, et, pour les dessiner sans livre et par la seule observation, il apprit à saisir les différences et les similitudes qu'elles présentent, et bientôt s'étudia à les classer sans leur connaître ni leur donner d'autre nom que leur nom vulgaire, créant ainsi la Botanique, comme autrefois Pascal la Géométrie, avec des *barres* et des *ronds*. « Je suis convaincu, a-t-il dit plus tard dans les *Mémoires* qu'il a écrits sur sa vie, que rien n'a plus influé sur la direction de mes travaux, et ne m'a mieux disposé à l'étude des rapports naturels que cette observation des végétaux, faite sur les végétaux mêmes, et d'après mes seules idées dépouillées de toute hypothèse. »

A quelque temps de là, quand la tourmente révolutionnaire fut un peu calmée, Dolomieu, qui vit les premières collections du jeune homme et fut témoin de son ardeur pour l'étude, lui offrit son patronage auprès des savants français. De Candolle montrait un grand désir d'aller à Paris; mais son père n'y condescendit qu'à la condition qu'il promettrait de revenir médecin. De Candolle tint sa promesse quant au diplôme; mais des Sciences médicales il n'étudia sérieusement que la Botanique, ne pouvant se faire à l'idée d'accepter la responsabilité des erreurs souvent désastreuses et irréparables que le médecin peut commettre dans l'exercice de son art. Il ne quittait plus le Jardin des Plantes; les jardiniers ne le connaissaient que sous le nom du *jeune homme à l'arrosoir,* le désignant ainsi d'après le siège modeste sur lequel ils le voyaient journellement assis. Un jour, le professeur Desfontaines, qui avait remarqué son extrême assiduité, vint lui proposer d'écrire un texte pour une collection de

plantes grasses dont le célèbre Redouté venait de terminer les dessins. Comme le jeune homme, surpris de cette proposition flatteuse, manifestait la crainte d'être au-dessous de cette tâche : « Vous verrez, lui dit avec bonhomie Desfontaines, que ce n'est pas aussi difficile que vous le croyez; vous viendrez travailler chez moi, je vous guiderai. »

La réputation de de Candolle commença à vingt ans, par l'*Histoire des plantes grasses* (1799 à 1803). Bientôt un travail d'un ordre plus élevé vint marquer le rang qu'il devait prendre dans la Science. Il existe des plantes, dites *dormantes*, dont les fleurs s'ouvrent ou se ferment, les unes pendant le jour et les autres pendant la nuit : on appelle *diurnes* celles qui s'épanouissent le matin, et se ferment le soir, et *nocturnes* celles qui s'épanouissent le soir et se ferment le matin. De Candolle s'assura que ce passage alternatif de ce qu'on appelle la *veille* à ce qu'on appelle le *sommeil* des fleurs dépendait uniquement de la lumière. Il montra qu'on ne pouvait attribuer le phénomène à l'action de l'air, car des plantes dormantes, plongées dans l'eau, y passaient du sommeil à la veille et de la veille au sommeil, comme à l'ordinaire. Il fit voir qu'en plaçant ces plantes dans des souterrains ténébreux et séparés, et en intervertissant pour elles les heures de lumière et les heures d'obscurité, on parvenait peu à peu à changer leurs habitudes, et à intervertir leurs heures de sommeil et de réveil, si bien que les plantes diurnes finissaient par s'épanouir le soir, grâce à la lumière artificielle dont on les inondait, et les plantes nocturnes le matin, grâce à l'obscurité d'un souterrain qui n'était éclairé que durant la nuit. Par ce remarquable travail que l'Institut fit insérer dans le *Recueil des Savants étrangers*, de Candolle

prenait place parmi les maîtres; il était, selon le mot d'Adanson, *dans les grands chemins de la Science.* Nous le voyons lié dès lors avec Berthollet, Cuvier, A. de Humboldt, Lamarck, Biot, etc. En 1802, Cuvier le choisit pour son suppléant à la chaire d'Histoire naturelle au Collège de France, tandis que ses compatriotes, fiers de cette gloire naissante, lui déféraient le titre de professeur honoraire à l'Académie de Genève. En 1804, il reçut le grade de docteur à la Faculté de Médecine de Paris, et présenta pour thèse un *Essai sur les propriétés médicinales des plantes,* dans lequel il s'attachait à faire ressortir le rapport qui existe entre les propriétés des végétaux et leurs caractères naturels. Ce fut à peu près à la même époque que Lamarck, absorbé par ses recherches sur les animaux invertébrés, confia à de Candolle la rédaction de la troisième édition de sa *Flore française.* Entre les mains du jeune botaniste, la *Flore française* devint un ouvrage nouveau, original, fait pour servir de modèle en ce genre de travaux; elle apparut considérablement augmentée, enrichie de six mille espèces, de descriptions neuves, d'une exacte synonymie, d'une carte botanique ingénieusement conçue, et de toutes les additions réclamées par les progrès de l'Anatomie et de la Physiologie végétales. Cet ouvrage ne fut achevé qu'en 1815; mais, dès les premiers volumes, l'auteur s'était acquis une réputation européenne.

En 1806, de Candolle fut chargé par le duc de Cadore, ministre de l'intérieur, de parcourir tout le territoire de l'empire français pour y observer l'état de l'agriculture. Il consacra six années à remplir cette mission. Ses *Rapports sur mes voyages botaniques et agronomiques* ont été consignés dans les *Mémoires de la Société d'agriculture du département de la Seine,* puis

réunis en un volume en 1813. L'auteur y étudie, d'un côté, la distribution générale des végétaux sauvages, ou la *géographie botanique* de la France, et, de l'autre, la distribution des végétaux cultivés, ou ce qu'il appelle la *Botanique agricole* de la France. Sous le rapport de la Géographie botanique, il partage la France en quatre régions principales : celle du nord-est; celle des côtes de l'ouest; celle des oliviers, et celle des diverses chaînes de montagnes. Il montre ce que, dans chacune de ces régions, la nature sauvage produit pour l'homme, ce que l'agriculture y ajoute, et ce que le commerce fournit comme supplément.

Après la mort d'Adanson, de Candolle se présenta pour lui succéder à l'Académie des Sciences. Malgré les titres sur lesquels il pouvait s'appuyer, il ne fut pas nommé. Le dépit que lui causa cet insuccès le décida à quitter Paris et à accepter la chaire de Botanique à la Faculté de Médecine de Montpellier (1808).

A Montpellier régnait la méthode artificielle de Linné; de Candolle y fit prévaloir la méthode naturelle de Jussieu, il en développa les principes dans ses leçons, puis dans un ouvrage remarquable par l'originalité et la profondeur des vues, la *Théorie élémentaire de la Botanique* (1813). C'est dans ce livre, considéré avec raison comme son chef-d'œuvre, qu'il posa les premières bases de son ingénieuse théorie de la *symétrie primitive* des êtres organisés.

En 1815, pendant les Cent-Jours, il fut nommé recteur de l'Académie de Montpellier. Mais il ne put conserver ce titre sous la seconde Restauration, l'autorité locale de Montpellier ayant décidé que tous les fonctionnaires des Cent-Jours seraient destitués. Cette destitution le blessa vivement. Il était toujours resté étranger aux querelles des partis, et cependant il se voyait

atteint dans la situation que ses paisibles études lui avaient faite, par l'aveugle injustice des passions politiques.

Il tourna ses regards du côté de sa ville natale, qui venait d'être agrégée à la Suisse comme canton, et, se démettant de toutes ses places, il quitta Montpellier pour Genève. Il y fut accueilli avec empressement. Genève ne possédait pas de chaire d'Histoire naturelle, on en fonda une pour lui; elle n'avait pas de jardin botanique, on lui en fit un; et bientôt il put reprendre le cours, à peine interrompu, de ses leçons et de ses travaux.

Son ardeur scientifique ne se ralentit pas dans cette nouvelle position. Dès 1817, il fit paraître le premier volume de son *Système naturel des végétaux* (*Regni vegetabilis systema naturale*), ouvrage conçu sur le plan le plus vaste et que lui seul pouvait oser entreprendre. Il s'agissait de décrire et de réunir, sous un même système de nomenclature, toutes les plantes connues, avec leurs variétés, en donnant la synonymie des auteurs, l'indication des localités, etc.; en un mot, de dresser le catalogue complet du règne végétal. Pour se faire une idée de cette entreprise, il faut savoir que Théophraste ne connaissait que 500 plantes; qu'au temps de Linné, le nombre des espèces connues s'élevait à 7,000; que vers l'année 1815, de Candolle portait ce nombre à 25,000; qu'en 1817, il en comptait 57,000 espèces, et, en 1840, 80,000. Après la publication du second volume (1820), de Candolle se vit contraint, par l'accroissement subit du nombre des plantes connues, de modifier son plan primitif, et de recommencer le *Systema naturale* sous une forme plus abrégée, en lui donnant le titre de *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. Sous cette forme abrégée, ce n'en est pas moins encore un ouvrage immense. L'auteur l'a laissé inachevé, mais son fils l'a continué.

De Candolle ne s'en est pas tenu à cette publication gigantesque : des ouvrages de divers genres sont venus successivement accroître ses titres à la reconnaissance du monde savant. Nous citerons, parmi les plus importants, sa *Collection de Mémoires pour servir à l'histoire du règne végétal* (1828); son *Organographie végétale* (1827), qui n'est, au fond, que la reproduction de la *Théorie élémentaire de la Botanique*, mais une reproduction étendue et développée; sa *Physiologie végétale* (1832), ouvrage éminent, où brillent des vues élevées, une méthode supérieure, une exposition d'une lucidité admirable, et pour lequel la Société royale de Londres s'empressa de décerner à de Candolle le grand prix qu'elle venait d'instituer.

« Les grands travaux de de Candolle, dit M. Flourens, marquent dans la Botanique une époque nouvelle. Tournefort ayant constitué la Science, Linné lui ayant donné une langue, les deux Jussieu ayant fondé la méthode, il ne restait qu'à ouvrir à la Botanique l'étude des lois intimes des êtres, et c'est ce qu'a fait de Candolle. Il est le seul homme, depuis Linné, qui ait embrassé toutes les parties de cette Science avec un égal génie. Considéré comme professeur, sa gloire est unique. La Botanique n'avait point encore été enseignée avec cet éclat. Des idées nettes, une méthode sûre, une élocution pleine de grâce, tout dans ses leçons élevait l'esprit et le captivait; il exposait les faits, et, à côté des faits, l'art de les juger; il exposait les observations, et, à côté des observations, l'art d'observer... Dans ses grands ouvrages sur la *Théorie de la botanique,* sur l'*Organographie*, sur la *Physiologie végétale*, il n'a sans doute ni le beau style de Tournefort ni l'expression si merveilleusement originale de Linné, mais il a toutes les qualités qui naissent, pour l'écrivain,

d'une tête fortement pensante; il a les deux qualités qui, dans les matières philosophiques, sont les premières : il est élevé et clair... Considéré comme novateur, une qualité surtout le distingue, savoir, une logique parfaite. »

Voici comment M. Flourens, établissant un parallèle entre la théorie botanique de de Candolle et celle de Gœthe, caractérise les analogies et les différences des deux doctrines. « Gœthe, dit-il, est le premier qui ait vu dans la transformation d'une partie en une autre tout le mécanisme secret du développement de la plante. Une première transformation change la feuille en calice; une seconde, le calice en corolle; une troisième, la corolle en organes d'une structure plus délicate. Tous ces organes ne sont donc que les modifications d'un organe; toutes les parties de la fleur ne sont donc que des modifications de la feuille : la transformation est le fait qui règne, et l'expression généralisée de ce grand fait constitue la théorie célèbre de Gœthe. La théorie de de Candolle a quelque chose de plus élevé encore. Selon de Candolle, chaque classe d'êtres est soumise à un plan général, et ce plan général est toujours symétrique. Tous les êtres organisés, pris dans leur nature intime, sont symétriques. Mais la Symétrie, fait primitif, est rarement le fait qui subsiste. Les *avortements*, les *soudures*, les *dégénérescences* des parties altèrent, presque partout, la *Symétrie primitive*, ou la masquent. Il faut donc remonter sans cesse jusqu'à la Symétrie primitive, à travers toutes les irrégularités subséquentes... Ce que de Candolle nomme *dégénérescence* est ce qui, pris dans un sens inverse, constitue la *métamorphose* de Gœthe. Gœthe, suivant une échelle ascendante, voit la feuille se métamorphoser en calice, le calice en corolle, les pétales en étamines, les étamines en pistils, en ovaires, en fruits. De Can-

dolle, suivant une marche opposée, voit le fruit, l'ovaire, le pistil, *dégénérer* en étamine, l'étamine en pétale, la corolle en calice, les diverses parties du calice en feuilles... La *métamorphose*, prise au sens de Gœthe, tire, si l'on peut ainsi dire, de la feuille toutes les parties de la fleur; la *dégénérescence*, prise au sens de de Candolle, ramène toutes les parties de la fleur à la feuille; l'un de ces faits prouve l'autre, et la théorie de Gœthe, bien vue, n'est qu'une partie, mais une partie admirable de la théorie de de Candolle. »

CANDOLLE (ALPHONSE DE).

(Né vers 1810.)

Fils du précédent; il lui succéda dans sa chaire de Botanique à Genève, et continua ses publications scientifiques. Auteur de divers travaux d'Histoire naturelle, et rédacteur de recueils spéciaux, il a été élu en 1851, à l'unanimité, associé étranger de l'Institut de France.

GAY-LUSSAC (JOSEPH-LOUIS).

[Né à Saint-Léonard-le-Noblat (Haute-Vienne) en 1778, mort en 1850.]

Son père, Antoine Gay, était procureur du roi et juge au Pont-de-Noblat; son grand-père avait exercé la Médecine. Lussac était le nom d'une terre que possédait Antoine Gay, et qu'il joignait au sien pour se distinguer des autres membres de sa famille. Le premier maître de Joseph-Louis fut, avant la Révolution, l'abbé

Bourdeix, qui, longtemps après, s'il parlait encore de la turbulence de son élève, signalait aussi l'ardeur au travail du futur académicien. La loi des suspects vint atteindre le magistrat, qui, grâce aux actives démarches de son fils Joseph, demeura oublié dans la prison de Saint-Léonard, quoique l'ordre eût été donné de le transférer à Paris. Les événements du 9 thermidor vinrent mettre fin aux angoisses de la famille. La perte de sa place n'empêcha pas Gay-Lussac le père de pourvoir à l'instruction de ses enfants. Le plus jeune devint médecin et n'a pas cessé pendant cinquante ans de prodiguer ses soins aux habitants de Saint-Léonard. Il est mort, béni de tous, le 28 juillet 1854, âgé de soixante-quinze ans. L'aîné, J.-L. Gay-Lussac, fut mis en pension à Paris, en 1795, chez M. Savouret, et, peu après, à Nanterre, chez M. Sensier, qui, appréciant ses heureuses qualités, le garda près de lui, après avoir été obligé de fermer son établissement.

A seize ans, Gay-Lussac n'avait pas encore été initié aux premiers éléments des Sciences, et c'est au milieu des embarras journaliers de la famille dans laquelle il avait été admis, qu'il parvint, sans maître, à apprendre les Mathématiques.

En 1797, il fut reçu à l'École Polytechnique. Pour diminuer les sacrifices de sa famille, il donnait des leçons particulières pendant les quelques heures que lui laissaient les exercices de l'École, et travaillait la nuit pour se maintenir au courant de ses études.

En 1800, Gay-Lussac sortait de l'École Polytechnique avec le titre d'élève ingénieur des ponts et chaussées; mais il accepta de préférence la position que Berthollet lui offrit près de lui, certain de trouver, chez un tel protecteur, une intelligence d'élite pour

le guider, et, dans son laboratoire, la plus belle collection possible d'instruments de Physique et de Chimie.

Il fut nommé, peu de temps après, répétiteur du cours que Fourcroy professait alors à l'École Polytechnique, et se fit bientôt connaître dans les fréquentes occasions qu'il eut de le remplacer.

Le premier travail de Gay-Lussac eut pour objet la loi de la dilatation des gaz. On sait qu'il trouva « que, toutes les fois qu'un gaz est entièrement privé d'eau, il se dilate de la 267^e partie de son volume à 0°, pour chaque degré centigrade d'augmentation dans sa température. » Il n'a été trouvé depuis que d'insignifiantes exceptions à cette règle générale.

Les expériences faites dans deux ascensions aérostatiques, à Hambourg et à Saint-Pétersbourg, paraissaient indiquer une diminution assez rapide de la force magnétique à de grandes hauteurs au-dessus du sol. Le fait s'accordait, d'ailleurs, avec des observations antérieures de de Saussure. L'Institut jugea utile de provoquer une expérience décisive, et en chargea Biot et Gay-Lussac.

Le 2 août 1804, les deux jeunes voyageurs s'élevèrent de la cour du Conservatoire des arts et métiers, munis de tous les instruments nécessaires. Voici quelques mots sur ce voyage, empruntés à la relation de Biot : « Nous l'avouerons, le premier moment où nous nous élevâmes ne fut pas donné à nos expériences. Nous ne pûmes qu'admirer la beauté du spectacle qui nous environnait: notre ascension, lente et calculée, produisait sur nous cette impression de sécurité que l'on éprouve toujours quand on est abandonné à soi-même avec des moyens sûrs. Nous entendions encore les encouragements qu'on nous donnait, mais

dont nous n'avions pas besoin. Nous étions calmes et sans la plus légère inquiétude. » Les deux jeunes savants s'élevèrent à la hauteur de 4,000 mètres, et crurent pouvoir affirmer que l'aiguille aimantée se comportait à cette hauteur comme au niveau du sol.

Vingt-trois jours après, le 16 septembre, Gay-Lussac entreprit seul un nouveau voyage. Il s'éleva cette fois à 7016 mètres de hauteur, et la température, qui était à terre de 27°,75, descendit à — 9°,5. « Parvenu, dit-il, au point le plus haut de mon ascension, à 7016 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer, ma respiration était sensiblement gênée; mais j'étais encore bien loin d'éprouver un malaise assez désagréable pour m'engager à descendre. Mon pouls et ma respiration étaient très accélérés : respirant très fréquemment dans un air d'une extrême sécheresse, je ne dois pas être surpris d'avoir eu le gosier tellement sec, qu'il m'était pénible d'avaler du pain. »

Nul, avant lui, n'avait atteint cette hauteur. A 3012 mètres, il commença ses observations sur l'aiguille horizontale; à cette hauteur, la durée de dix oscillations fut de 41 secondes $\frac{1}{2}$; à 6977 mètres, elles durèrent 41 secondes $\frac{7}{8}$; on trouvait à terre 42 secondes $\frac{2}{10}$. A 6107 mètres, une clef approchée de l'aiguille la déviait comme sur terre. L'hygromètre accusa une diminution rapide de la quantité de vapeur d'eau. L'air recueilli à 6636 mètres et analysé ensuite fut trouvé composé comme celui qu'on recueille à la surface de la terre. Après avoir terminé toutes ses expériences avec le plus grand sang-froid, Gay-Lussac prit terre entre Rouen et Dieppe.

De Humboldt venait de publier un travail sur les analyses eudiométriques. Gay-Lussac y découvrit quelques erreurs et les

releva avec une certaine vivacité. De Humboldt voulut voir son contradicteur, et ils se lièrent dès lors d'une amitié qui dura jusqu'à la mort de Gay-Lussac. Les deux amis lurent bientôt après à l'Académie (1er pluviôse an XIII) le célèbre mémoire où se trouve énoncée pour la première fois, mais par rapport à l'oxygène et à l'hydrogène seulement, la loi à laquelle obéissent les gaz dans leurs combinaisons. Cette loi des volumes avait été aperçue par Gay-Lussac seul. « J'ai coopéré à cette partie des expériences, a écrit plus tard de Humboldt, mais Gay-Lussac seul a entrevu l'importance du résultat pour la théorie. »

Le 12 mars 1805, Gay-Lussac et de Humboldt partirent ensemble pour un voyage scientifique en Italie et en Allemagne; ils traversèrent les Alpes au mont Cenis, visitèrent Gênes, Rome, où Gay-Lussac reconnut la présence de l'acide fluorhydrique dans les arêtes de poisson; Naples et le Vésuve, où les deux amis furent témoins de l'un des plus grands tremblements de terre qu'on y ait ressentis; Florence et Bologne; Milan, où ils rencontrèrent Volta; le Saint-Gothard, Gœttingue et Berlin. Gay-Lussac revint en France en 1806 pour y soutenir sa candidature à l'Académie des Sciences en remplacement de Brisson. L'année suivante, il était choisi par Berthollet pour faire partie des fondateurs de la Société d'Arcueil. C'est dans le recueil de cette Société que de Humboldt et lui publièrent le résumé des observations sur le Magnétisme, qui avait été le principal objet de leur voyage. Le même recueil contient aussi le *Mémoire sur la combinaison des substances gazeuses entre elles*, où Gay-Lussac étendait à tous les gaz sa loi des combinaisons par volumes en rapports simples.

Sur la prière de Laplace, Gay-Lussac se chargea, en 1807, de

soumettre à des vérifications expérimentales les principaux résultats de la théorie analytique de la capillarité.

Humphry-Davy venait de décomposer la potasse et la soude à l'aide de la pile. Napoléon s'empressa de mettre à la disposition de l'École Polytechnique les fonds nécessaires pour en construire une de dimensions colossales. Gay-Lussac et Thénard furent chargés de diriger le travail; mais, sans en attendre les résultats, ils cherchèrent à obtenir plus directement les deux nouveaux métaux, et parvinrent effectivement à en produire de grandes masses, tandis que les Anglais n'en avaient obtenu que des parcelles. Leur découverte fut publiée le 7 mars 1808. C'est dans le cours de ces recherches qu'une terrible explosion vint blesser Gay-Lussac assez grièvement pour que Dupuytren eût toutes les peines du monde à lui conserver la vue.

Le 27 février 1809, les deux illustres associés, après avoir tenté l'analyse du gaz qu'on appelait alors *acide muriatique oxygéné*, terminaient leur *Mémoire* par cette phrase : « D'après ces faits, on pourrait supposer que ce gaz est un corps simple. » C'est, en effet, le chlore.

La même année 1809, Gay-Lussac fut nommé professeur de Physique à la Faculté des Sciences et professeur de Chimie à l'École Polytechnique; il venait d'épouser une jeune et intéressante personne, attachée à un magasin de lingerie, entre les mains de laquelle il avait vu un ouvrage de Chimie. Cette union a été exceptionnellement heureuse. Trois jours avant sa mort, Gay-Lussac disait à sa compagne : « Aimons-nous jusqu'au dernier moment, la sincérité des attachements est le seul bonheur. »

C'est encore en 1809 que Gay-Lussac et Thénard découvrirent le bore et l'acide fluoborique.

La pile qui avait été construite pour l'École Polytechnique était la plus volumineuse qu'on eût encore établie. Gay-Lussac et Thénard publièrent en 1811, sous le titre *Recherches physico-chimiques sur la pile, sur les alcools, sur les acides, sur l'analyse végétale et animale, etc.*, les résultats des expériences auxquelles ils employèrent ce grand appareil.

M. Courtois, salpêtrier à Paris, venait de découvrir dans les cendres des varechs un produit nouveau. Des échantillons en avaient été donnés à Humphry-Davy ; Gay-Lussac l'apprend, et, pour ne pas laisser perdre à la France une priorité à laquelle elle avait des droits, il achève en quelques jours un travail complet sur l'*iode,* que Courtois avait rencontré par hasard. Ce travail a été lu le 1^er^ août 1814, à l'Académie des Sciences.

Le bleu de Prusse avait déjà été l'objet des recherches d'un grand nombre de savants. Gay-Lussac en reprit l'étude et découvrit bientôt (1815) le cyanogène et l'acide prussique.

En 1816, il construisait son baromètre à siphon, dont la disposition est destinée à éviter les erreurs qui peuvent provenir des effets de la capillarité.

A partir de cette époque, chargé encore d'un nouveau cours au Muséum du Jardin des plantes, puis bientôt après nommé membre du Comité des arts et manufactures et essayeur à la Monnaie, il ne s'occupa plus guère que des travaux nombreux que le gouvernement lui confiait pour s'éclairer relativement à la fabrication des poudres, à l'affinage des métaux précieux, aux prescriptions à donner à l'administration des octrois, etc.

Gay-Lussac reçut de son département le mandat de député en 1831 et le conserva jusqu'en 1839. A cette époque, il échoua dans une nouvelle candidature, et Louis-Philippe l'appela à la

pairie, pour laquelle Berthollet l'avait désigné en mourant, en lui léguant son épée de pair de France, en 1822. M. Régnault lui succéda alors à l'École polytechnique.

Parmi ceux de ses travaux dont nous n'avons pas encore eu l'occasion de parler, nous citerons : *Recherches et déterminations numériques relatives à l'hygromètre; Observations sur la formation des vapeurs dans le vide et sur leur mélange avec les gaz; Indications relatives à la construction et à la graduation des thermomètres; Note sur la densité des vapeurs d'eau, d'alcool et d'éther.*

D'une simplicité remarquable dans ses goûts et d'un désintéressement absolu dans toutes les occasions où un autre eût trouvé du profit, Gay-Lussac ne brigua point les honneurs, et si quelques-uns vinrent à lui, il n'y eut de sa part aucune démarche, à plus forte raison aucune intrigue. Cette simplicité, qui n'était ni recherchée ni affectée, se remarqua dans toutes les circonstances de la glorieuse carrière poursuivie par l'illustre physicien.

Dans ses cours, au Muséum, à la Faculté des Sciences et à l'École polytechnique, c'était à une conversation naturelle et cordiale, avec ses embarras et ses licences, mais aussi avec ses effusions et ses franchises, que les auditeurs assistaient. Nulle préparation, nulle éloquence d'apparat, nul artifice oratoire. Il était le même à son laboratoire, où il travaillait en sabots, sans pompe ni mystère, dans la familiarité de ses préparateurs, leur communiquant ses impressions, leur faisant part de ses idées, et laissant voir toute la joie qu'il éprouvait du succès d'une expérience, de l'heureuse réalisation d'une prévision théorique.

A la fin de sa vie, il était devenu une des lumières de l'Académie des Sciences, où sa parole avait acquis une autorité préé-

minente et un crédit considérable. Il y passait pour l'homme clairvoyant et judicieux par excellence, du meilleur conseil et de la plus inflexible critique.

Esprit par-dessus tout philosophique, Gay-Lussac a scellé par des travaux mémorables l'union de la Physique et de la Chimie, en marquant nettement par où ces deux Sciences se rejoignent, et comment la plus simple, qui est la Physique, éclaire la plus complexe, qui est la Chimie. Ses lois sur la combinaison volumétrique des gaz, sur le mélange des gaz et des vapeurs, sur les chaleurs spécifiques, comptent parmi les plus importantes qu'on ait établies. Ses travaux sur les composés de l'iode et sur ceux du cyanogène portent l'empreinte d'un esprit méthodique et élevé, qui surmonte les difficultés par la supériorité de la raison et la fécondité ingénieuse des ressources.

Gay-Lussac a peu écrit. Les *Annales de Chimie et de Physique* renferment ses *Mémoires*, et les *Comptes rendus*, ses rapports. On a publié ses leçons au Muséum, en deux volumes, qui parurent en 1828. Son cours de Physique à la Faculté des Sciences fut imprimé en 1827 par les soins de M. Grosselin.

Gay-Lussac n'était pas seulement un théoricien profond; ce fut aussi un praticien habile, et, sous ce rapport, il a rendu à la Science les services les plus signalés.

Comme vérificateur des monnaies, il a introduit dans l'essai des matières d'or et d'argent les améliorations les plus précieuses.

Son alcoomètre est l'instrument le plus sûr pour doser les quantités d'alcool contenues dans les liquides qui en renferment, surtout si l'on y joint l'emploi des tables qu'il a construites à cet effet.

Celles qu'il a données pour corriger les indications de l'hygromètre de Saussure ne sont pas d'un moindre intérêt.

Gay-Lussac mourut en 1850, à l'âge de soixante-douze ans. Il a été remplacé à l'Académie des Sciences par le baron Cagniard de Latour.

L'éloge qui lui fait le plus d'honneur est celui que fait de lui M. de Humboldt, dans une lettre adressée à M^{me} Gay-Lussac :

« L'amitié dont m'a honoré ce grand et beau caractère a rempli une belle portion de ma vie : personne n'a réagi plus fortement, je ne dis pas sur mes études, qui avaient besoin d'être fortifiées, mais sur l'amélioration de mon sentiment, de mon intérieur. Quel souvenir que notre première rencontre chez M. Berthollet, à Arcueil! Mon travail journalier à l'ancienne École polytechnique; mon admiration toujours croissante, nos prédictions sur sa future illustration dont mes ouvrages d'alors portent l'empreinte (1806), mon espoir que mon nom resterait attaché au sien, que de sa gloire quelque chose rejaillirait sur moi..., toutes ces phases de la vie se présentent à ma mémoire avec un charme indicible! Je n'ai besoin de raisonner ni mon admiration ni mon éternelle reconnaissance. Il n'y a pas un homme auquel je doive plus pour la rectitude de mes études, de mon intelligence, de mon caractère moral, qu'à celui dont vous avez fait le bonheur, par vos nobles qualités du cœur et de l'esprit... »

« Berlin, 13 mai 1850. »

BERZÉLIUS (JEAN-JACQUES).

(Né à Westerlosa en 1779, mort en 1848.)

Il étudia la Médecine à l'Université d'Upsal, fut nommé professeur adjoint de Médecine et de Pharmacie à Stockholm, puis professeur titulaire, en 1806, membre de l'Académie des Sciences en 1808, président et secrétaire perpétuel de cette Académie en 1810 et 1818, enfin associé de l'Académie des Sciences de Paris en 1822. Le roi Charles-Jean lui conféra des titres de noblesse.

Il reconnut le premier que, dans les décompositions par la pile, les acides et l'oxygène se rendent au pôle positif, les alcalis et les métaux au pôle négatif. Il classa, en conséquence, les corps en électro-positifs et électro-négatifs et donna des affinités chimiques une nouvelle notation, en la rattachant aux attractions électriques.

Il confirma la loi des proportions définies découverte par Prout, et détermina les équivalents chimiques d'une foule de corps.

Il a fixé aussi les notations usitées en Chimie.

C'est lui qui a isolé le calcium, le baryum, le strontium, le tantale, le silicium, le vanadium et le zirconium.

Il découvrit le selenium et le thorium.

Ses principaux ouvrages sont : *Recherches sur les effets du galvanisme* (1802); *Recherches de Chimie animale* (1806); *Essai sur la théorie des proportions chimiques et sur l'influence chimique de l'électricité* (1812); *Traité de l'emploi du chalumeau en Chimie et en Minéralogie* (1821); enfin son grand *Traité de Chimie*, en six volumes.

SCHWEIGGER.

(Né à Erlangen en 1779, mort en 1857.)

Privat-Docent en 1809, professeur de Mathématiques et de Physique à l'École Polytechnique de Nuremberg en 1811, professeur de Chimie et de Physique à Erlangen, puis à l'Université de Halle. Il est l'inventeur du multiplicateur électro-magnétique.

SCHUMACHER (HEINRICH-CHRISTIAN).

(Né à Bremstedt en Holstein en 1780, mort à Altona en 1850.)

Élève de Gauss avec lequel il conserva toujours des relations amicales. C'est à Hambourg, où il professait les Mathématiques, que Schumacher fit ses premières observations, qu'il continua ensuite à l'Observatoire de Mannheim, dont il fut nommé directeur en 1813.

Rappelé en Danemark par son gouvernement pour y mesurer l'arc du méridien compris entre Skagen et Lawenburg, il établit à Altona un observatoire où il commença les publications qui illustrèrent son nom, notamment les *Astronomische Nachrichten*.

Suivant Bessel, la mesure du méridien danois, exécutée par Schumacher, a fourni les éléments les plus précieux de la détermination exacte de la figure de la terre.

CRELLE (AUGUSTE-LÉOPOLD).

(Né à Eichenwerder en 1780.)

Ingénieur des ponts et chaussées en Prusse, puis membre du Conseil supérieur d'architecture (1815), il fut chargé du tracé du

chemin de fer de Berlin à Potsdam, le premier qui fut établi en Allemagne. Il occupa ensuite (1824-1849) un des premiers postes au Ministère de l'Instruction publique et fonda alors (1826) son célèbre *Journal des Mathématiques pures et appliquées* dans lequel les savants du monde entier tinrent à honneur de faire insérer leurs mémoires scientifiques et auquel il collaborait lui-même.

Il fut élu membre de l'Académie des Sciences de Berlin en 1828.

Ses principaux ouvrages sont : *Essai sur le calcul des grandeurs variables* (1811); *Recueil d'observations et de propositions mathématiques* (1820-1822); *Manuel d'Arithmétique et d'Algèbre* (1825); *Exposé encyclopédique de la théorie des nombres* (1845).

POISSON (SIMÉON-DENIS).

(Né à Pithiviers en 1781, mort à Paris en 1840.)

Il montra, dès sa première jeunesse, de brillantes aptitudes. Il entra à l'École Polytechnique, le premier de la promotion de 1798, et s'y fit promptement remarquer de Lagrange et de Laplace. Un jour, ce dernier interrogeant un élève sur un point de la mécanique céleste, en obtint une réponse où la question était traitée d'une manière élégante et neuve. Étonné, le professeur demande au jeune homme si cette démonstration est de lui. « Non, répond-il, je la tiens de Poisson. » De cet instant date le profond intérêt que Laplace témoigna constamment à celui qui devait être son successeur. Lagrange professait alors à l'École sa théorie des fonctions analytiques, et presque chaque jour Poisson

lui communiquait sur la leçon précédente des observations ou des projets de modification, que l'illustre professeur accueillait toujours avec bienveillance et avait souvent l'occasion d'approuver. La réputation de Poisson s'étendait déjà même au dehors et lui ouvrait les salons de Ducis, de Gérard, de Destutt de Tracy, de Cabanis et de La Fayette.

Poisson annonçait de grandes dispositions pour les recherches abstraites, mais ne paraissait pouvoir faire qu'un médiocre ingénieur; le conseil de l'École le dispensa en conséquence de tout travail graphique, comptant l'associer bientôt à l'enseignement.

La haute réputation qu'il avait acquise à l'École le fit admettre dans les services publics sans qu'il eût à subir d'examen. Nommé répétiteur d'Analyse, puis professeur suppléant et enfin titulaire en 1806, en remplacement de Fourier, il commença, par de savants mémoires publiés dans le *Journal de l'École polytechnique,* à jeter les fondements de sa renommée scientifique. Il fut bientôt appelé au Bureau des longitudes, à l'Institut (1812), à la Faculté des Sciences, comme professeur de Mécanique (1816), enfin au conseil royal de l'Université (1820), où il prit la haute direction de l'enseignement des Mathématiques dans tous les collèges de France. Il fut élevé à la pairie, en 1837.

Poisson s'est principalement occupé de Physique mathématique et de Mécanique rationnelle; ses travaux sur l'invariabilité des grands axes des planètes, sur la distribution de l'électricité à la surface des corps, sur les phénomènes capillaires, sur la théorie mathématique de la chaleur, etc., ont indirectement apporté des perfectionnements notables à l'analyse proprement dite. Outre de nombreux mémoires, on a de lui une série d'ouvrages classiques, parmi lesquels il faut citer son *Traité de mécanique*

(1811), réédité en 1832 avec des additions considérables, et sa *Théorie du calcul des probabilités* (1838).

Son *Éloge* a été fait par Arago. La ville de Pithiviers lui a érigé une statue en 1851.

Poisson n'a pas tenu, à beaucoup près, les promesses de sa jeunesse et, aujourd'hui qu'on peut mieux juger ses travaux, on serait étonné qu'il eût joui d'une si grande réputation, si l'on ne savait comment se font les réputations. Les analystes, au reste, rencontrent sous ce rapport des facilités merveilleuses : les expérimentateurs, dont ils traduisent en formules inabordables les découvertes pratiques, ne peuvent généralement pas vérifier si le secours qui leur est apporté est de bon aloi, mais, comme il peut leur être utile, ils vantent à l'envi la profondeur de l'illustre savant qui..., le plus souvent, n'est parvenu qu'à obscurcir ce qui était clair. D'un autre côté, la génération mathématique qui s'élève a toujours assez à faire d'étudier les maîtres de la génération précédente, et encore est-elle obligée de se borner à ceux dont les travaux ont été suffisamment consacrés.

La faculté qui frappe le plus les hommes, quoiqu'elle n'ait presque aucune valeur, est l'art des transformations; Poisson possédait cet art, à un haut degré; il a étonné et on l'a pris pour un grand homme. Mais, pour laisser un nom, il faudrait laisser des idées, et Poisson n'avait que celles des autres. Bien plus, quand il avait à choisir, entre deux idées contraires, celle à laquelle il ferait l'honneur d'y appliquer son analyse, il se trompait généralement.

Ainsi, rejetant la théorie que Laplace avait donnée des phénomènes capillaires et où la différence de densité de la paroi et du

liquide joue un rôle naturel, il fait intervenir une variation purement imaginaire dans la densité du liquide à son intérieur et à sa surface. De même, il enguirlande de formules la théorie des deux fluides électriques, au moment où les meilleurs esprits l'abandonnent.

Dans la théorie des ondes lumineuses, il donne la prépondérance aux vibrations qui s'effectuent suivant la direction du rayon; Fresnel et Young l'avaient attribuée aux vibrations perpendiculaires au rayon et tous les physiciens ont suivi cette doctrine, qui seule s'accorde avec les résultats des expériences.

Fourier avait donné une admirable théorie de la chaleur : Poisson s'élance pour la contredire sur tous les points, à grand renfort de formules inverses.

Fourier croyait avec Laplace que l'intérieur de notre globe est à une température où tous les corps connus passeraient à l'état liquide : Poisson objecte que cette température déterminerait une explosion, comme si les explosions volcaniques étaient à inventer.

La durée du jour sidéral ni les coordonnées géographiques d'un même lieu ne peuvent pas être absolument fixes; leurs variations sont assez petites pour n'avoir pas pu être encore constatées; des observations plus exactes viendront probablement un jour en donner la valeur; quoi qu'il en soit, c'est aux observateurs à prononcer en cette question : Poisson y applique un savant calcul; pourquoi? pour arriver à ce que tout le monde sait, ou croit savoir.

On croyait à l'invariabilité de la durée de l'année; Poisson la démontre; et le fait reste douteux.

La courbure d'une surface en un point dépend des trois déri-

vées secondes de l'une de ses coordonnées par rapport aux deux autres; mais, de ces trois dérivées, on peut en annuler une par un choix convenable d'axes, de sorte qu'il ne reste plus que deux éléments à introduire dans le calcul; aussi l'analyse fournit-elle naturellement ce résultat que les courbures de deux sections normales déterminent celles de toutes les autres. Cependant Poisson essaye d'infirmer le théorème d'Euler.

Il base sur un calcul, plus savant encore que tous les autres, une méthode pour tenir compte en mer des actions exercées sur l'aiguille par les masses de fer que peut contenir le vaisseau; cette méthode est fondée sur l'hypothèse que le fer est absolument dépourvu de force coërcitive (suivant l'expression consacrée par l'usage), mais il s'en faut beaucoup qu'il en soit ainsi.

Poisson n'est pas plus heureux dans ses théories historiques que dans ses théories physiques; les droits de Descartes, mais surtout de Fermat, à être placé à côté de Leibniz et de Newton au nombre des inventeurs de l'analyse infinitésimale sont évidents; Poisson les rejette, malgré l'avis de Lagrange et de Laplace; la théorie de l'impromptu lui plaît mieux que celle de la continuité.

La carrière politique de Poisson dénote encore moins d'intelligence véritable : il commence par tomber dans les exagérations des écoles socialistes de Clouet et de Saint-Simon, qui séduisirent d'abord, il est vrai, beaucoup d'esprits; il excite les élèves de l'École contre l'Empire et applaudit à sa chute. Il devient alors royaliste et reçoit plus souvent que ne le voudrait le calcul des probabilités les fonctions de juré, dans les principaux procès politiques. Louis-Philippe le fit pair de France.

Poisson avait l'habitude de dire : « La vie n'est bonne qu'à

deux choses : à faire des Mathématiques et à les professer. »
Cette maxime morale peut servir de couronnement à son œuvre.

Les vrais géomètres voient dans la Science un moyen de rendre les hommes plus heureux et meilleurs, les analystes n'y voient qu'un jeu d'esprit sans autre intérêt que celui de la difficulté vaincue.

Voici la liste des principaux ouvrages de Poisson, avec l'indication des Recueils où l'on pourra les retrouver; nous avons omis les simples annonces, les extraits de Mémoires déjà mentionnés, les analyses d'ouvrages d'autres auteurs, les rapports, etc.

La liste absolument complète et dressée par lui-même de tous ses écrits se trouve dans le Tome II des œuvres d'Arago.

JOURNAL DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

Addition à un Mémoire (de Hachette) *sur l'application de l'Algèbre à la Géométrie* (5e Cahier).

Mémoire sur la pluralité des intégrales dans le Calcul des différences (11e Cahier, 1800).

Mémoire sur l'élimination dans les équations algébriques (11e Cahier).

Poisson y donne une démonstration simple du théorème de Bézout, relatif au degré de l'équation finale.

Note sur les équations primitives singulières (12e Cahier).

Mémoire sur les solutions particulières des équations différentielles et des équations aux différences, et additions à ce Mémoire (13e Cahier).

Lagrange avait à peu près épuisé la question.

Mémoire sur les équations aux différences mêlées (13e Cahier).

Extrait de mes leçons sur les points singuliers (14e Cahier).

Mémoire sur les oscillations du pendule dans un milieu résistant, en ayant égard à l'extensibilité du fil (14e Cahier).

Mémoire sur la Théorie du son (14e Cahier).

Mémoire sur les inégalités des moyens mouvements des Planètes (15e Cahier).

Mémoire sur le mouvement de rotation de la Terre (15e Cahier).

Mémoire sur la variation des constantes arbitraires dans les questions de Mécanique (15e Cahier).

Addition au Mémoire sur le pendule, imprimé dans le cahier précédent (15e Cahier).

Mémoire sur les intégrales définies (16e Cahier).

Mémoire sur un cas particulier du mouvement de rotation des corps pesants (16e Cahier).

Suite du Mémoire sur les intégrales définies (17e Cahier).

Suite du Mémoire sur les intégrales définies (18e Cahier).

Mémoire sur la manière d'exprimer les fonctions par des séries de quantités périodiques et sur l'usage de cette transformation dans la solution de différents problèmes (18e Cahier).

Mémoire sur la distribution de la chaleur dans les corps solides (19e Cahier).

Addition au Mémoire précédent et au Mémoire sur la manière d'exprimer les fonctions par des séries de quantités périodiques (19e Cahier).

Second Mémoire sur la distribution de la chaleur dans les corps solides (19e Cahier).

Mémoire sur l'intégration des équations linéaires aux différences partielles (19e Cahier).

Ces cinq derniers Mémoires, qui se rapportent aux questions pour ainsi dire épuisées par Fourier, ont été suivis de plusieurs autres, que nous mentionnerons plus loin, et refondus dans une publication séparée. Nous croyons devoir placer sous les yeux du lecteur ce qu'en a dit Arago, quoique ami particulier de l'auteur :

« J'ai essayé, dans la biographie de Fourier, de tracer l'historique de nos connaissances à ce sujet. J'ai eu alors l'occasion de prouver que l'honneur d'avoir formé les équations complètes relatives à la propagation de la chaleur dans un corps homogène appartient incontestablement à l'ancien secrétaire de l'Académie. A cet égard, Poisson n'a rien prétendu innover, il a voulu seulement établir les mêmes formules par des procédés analytiques plus clairs et moins sujets à difficultés. Ce but, nous pouvons assurer qu'il l'a atteint; mais était-ce un motif pour autoriser l'illustre géomètre à donner à son ouvrage, dans un moment d'humeur, presque identiquement le titre que porte le Traité de son prédécesseur? Je ne le pense pas. »

Mémoire sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques et des fluides (20e Cahier).

Suite du Mémoire sur les intégrales définies et sur la sommation des séries (20e Cahier).

Formules relatives au mouvement du boulet dans l'intérieur du canon, extraites des manuscrits de Lagrange (21e Cahier).

Mémoire sur la courbure des surfaces (21e Cahier).

Pour mettre en défaut les théorèmes d'Euler, Poisson prend l'exemple de la surface engendrée par une parabole tournant

autour de son axe et dont le paramètre varierait suivant une loi donnée avec l'angle décrit. Il est bien clair que cette surface aurait pour plan tangent unique, au sommet de la parabole mobile, le plan perpendiculaire à l'axe fixe de cette parabole; qu'en ce même point, les sections normales se confondraient avec l'ensemble des paraboles; que le rayon de courbure de chacune d'elles serait égal à son paramètre; enfin qu'en établissant une relation convenable entre le paramètre de la parabole mobile et l'angle décrit, on pourrait faire surgir tant de maximums et de minimums qu'on voudrait, dans des azimuts choisis à volonté.

Mais le théorème d'Euler suppose qu'au point considéré de la surface dont on s'occupe, $\frac{dz}{dx}$, $\frac{dz}{dy}$, $\frac{d^2z}{dx^2}$, $\frac{d^2z}{dx\,dy}$ et $\frac{d^2z}{dy^2}$ n'ont chacune qu'une seule valeur; et, réciproquement, le théorème d'Euler s'applique en tout point d'une surface où ces cinq dérivées ont des valeurs uniques et déterminées. Il en résulte que si l'on réalisait l'hypothèse de Poisson, ou toute autre analogue, ce qui serait bien facile, on trouverait que la courbe considérée engendrerait une surface composée d'un nombre fini ou infini de nappes tangentes entre elles à leur sommet commun et le théorème d'Euler s'appliquerait à chacune de ces nappes considérée isolément.

Mémoire sur le mouvement des projectiles dans l'air, en ayant égard à la rotation de la Terre (26e Cahier).

Mémoire sur le mouvement des projectiles dans l'air, en ayant égard à leur rotation (26e Cahier).

Second Mémoire sur le même sujet (26e Cahier).

Addition au Chapitre III du premier Mémoire (27e Cahier).

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ PHILOMATIQUE

Remarques sur les intégrales des équations aux différences partielles. Thermidor an XII.

Mémoire sur les intégrales définies. Mars 1811.

Sur les intégrales définies. Novembre 1811.

Solution analytique du problème d'une sphère qui en touche quatre autres. Septembre 1812.

Remarques sur une équation qui se présente dans la théorie des attractions des sphéroïdes. Décembre 1813.

Note sur une difficulté relative à l'intégration des équations aux différences partielles du premier ordre. 1816.

Note sur le Calcul des variations, relativement aux intégrales multiples. 1816.

Note sur une propriété des équations générales du mouvement. 1816.

Note relative à un Mémoire de M. Laplace sur la longueur du pendule à secondes. 1816.

Note sur la forme des intégrales des équations aux différences partielles. 1817.

Addition à l'article sur le pendule à secondes. 1817.

Remarque relative à une note de M. Cauchy, sur l'intégration d'une classe particulière d'équations différentielles. 1818.

Remarques sur un rapport qui existe entre la propagation des ondes à la surface de l'eau et leur propagation dans une plaque élastique. 1818.

Note sur l'intégration de l'équation relative aux vibrations des plaques élastiques. 1818.

Note sur le mouvement d'un système de corps en supposant les masses variables. 1819.

Note sur l'invariabilité du jour moyen. 1819.

Remarques sur les intégrales des équations aux différences partielles. 1822.

Mémoire sur la distribution de l'électricité dans une sphère creuse électrisée par influence. 1824.

Note sur les surfaces développables. 1825.

Solution d'un problème relatif au magnétisme terrestre, avec un préambule. 1825.

Note sur les racines des équations transcendantes. 1826.

Correspondance sur l'École Polytechnique.

Démonstration du théorème de Taylor. Tome I.

Conditions d'équilibre des corps solides. Tome I.

Note sur les surfaces du second degré. Tome I.

Note sur le mouvement d'un liquide pesant, dans l'hypothèse du parallélisme des tranches. Tome I.

Note sur différentes propriétés des projections. Tome I.

Application du théorème de Taylor au développement des fonctions. Tome II.

Note sur les développements des puissances des sinus et cosinus, en séries de sinus et cosinus d'arcs multiples. Tome II.

Remarque sur une classe particulière d'équations aux différences partielles. Tome II.

Note sur une difficulté relative à la rectification des courbes. Tome III.

Sur l'écoulement de l'eau dans un cylindre vertical. Tome III.

Sur les lignes élastiques à double courbure. Tome III.

JOURNAL DE M. FÉRUSSAC.

Sur le frottement des corps qui tournent. Tome VI.

Note sur la composition des mouvements. Tomes VII et VIII.

Note sur les vibrations des corps sonores. Tome IX.

Note sur le plan invariable. Tome IX.

JOURNAL DE M. GERGONNE.

Mémoire sur l'avantage du banquier au jeu de trente et quarante. Tome XVI.

Mémoire sur les petites oscillations de l'eau contenue dans un cylindre. Tome XIX.

JOURNAL DE M. CRELLE.

Note sur la surface dont l'aire est un minimum entre des limites données. Tome VIII.

Discours prononcé aux funérailles de M. Legendre. Tome X.

Théorèmes relatifs aux intégrales des fonctions algébriques. Tome XII.

CONNAISSANCE DES TEMPS.

Sur les oscillations du pendule composé. 1819.

Sur la libration de la Lune. 1821.

Sur le problème de la précession des équinoxes. 1821

Addition au Mémoire sur la libration de la Lune. 1822.

Sur une nouvelle manière d'exprimer les coordinations des Planètes dans le mouvement elliptique. 1827.

Sur la distribution de la chaleur dans un anneau, lorsque la température du lieu où il est placé varie d'un point à un autre. 1826.

Sur la vitesse du son. 1826.

Sur la température des différents points de la Terre, particulièrement près de la surface. 1827.

Sur la probabilité des résultats moyens des observations. 1827.

Mémoire sur l'attraction des sphéroïdes. 1829.

Discours prononcé aux obsèques de M. Laplace, avec une note. 1830.

Mémoire sur plusieurs points de la Mécanique céleste. 1831.

Additions au Mémoire sur l'attraction des sphéroïdes. 1831.

Note relative au Mémoire sur plusieurs points de la Mécanique céleste. 1831.

Suite du Mémoire sur la probabilité des résultats moyens des observations. 1832.

Addition au Mémoire sur plusieurs points de la Mécanique céleste. 1832.

Mémoire sur l'influence réciproque de deux pendules voisins. 1833.

Mémoire sur le pendule de Borda. 1833.

Mémoire sur le mouvement du pendule dans un milieu résistant. 1834.

Mémoire sur les mouvements simultanés d'un pendule et de l'air environnant. 1834.

Sur le développement des coordonnées d'une planète dans son mouvement elliptique, et de la fonction perturbatrice dans ce mouvement. 1836.

Sur la stabilité du système planétaire. 1836.

Mémoire sur la précession des équinoxes dans l'hypothèse d'une très petite obliquité de l'écliptique, et spécialement d'une vitesse initiale de rotation égale à zéro. 1837.

Mémoire sur les déviations de la boussole, produites par le fer des vaisseaux. 1841.

ANNALES DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Extrait d'une lettre à M. Fresnel. Tome XXII.

Sur le phénomène des anneaux colorés. Tome XXII.

Sur la chaleur des gaz et des vapeurs. Tome XXIII.

Addition au Mémoire précédent. Tome XXIII.

Sur la chaleur rayonnante. Tome XXVI.

Note relative au Mémoire précédent. Tome XXVI.

Observations relatives à un Mémoire de M. Ivory sur l'équilibre d'une masse fluide. Tome XXVII.

Discussion relative à la chaleur rayonnante. Tome XXVII.

Note sur l'extension des fils et des plaques élastiques. Tome XXXVI.

JOURNAL DE M. LIOUVILLE.

Note sur un passage de la seconde partie de la THÉORIE DES FONCTIONS. Avril 1837.

Addition à cette note. Mai 1837.

Remarques sur les intégrales des fonctions rationnelles. Juin 1837.

Note sur un passage de la Mécanique céleste. Août 1837.

Remarques sur l'intégration des équations différentielles de la Dynamique. Septembre 1837.

Solution d'un problème de probabilité. Septembre 1837.

Note sur les limites de la série de Taylor. Janvier 1838.

Note sur l'intégration des équations linéaires aux différences partielles. Décembre 1838.

COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE.

Note sur les inégalités diurnes et annuelles de la température de la terre, correspondantes à celles de la chaleur solaire; n° 2. 1835.

Quelques mots sur la comète de Halley; n° 6. 1835.

Sur la variation dans le mouvement de la Lune; n° 10. 1836.

Mémoire sur les températures de la partie solide du globe, de l'atmosphère, et du lieu de l'espace où la Terre se trouve actuellement; n° 5. 1837.

Note sur les inégalités du mouvement de la Lune autour de la Terre; n° 10. 1837.

Remarques sur l'invariabilité des grands axes des orbites, dans le mouvement des planètes en général, et dans le mouvement de la Lune en particulier; n° 14. 1837.

Note sur la proportion des condamnations prononcées par le Jury; n° 10. 1837.

Addition à cette Note; n° 13. 1837.

MÉMOIRES DE LA PREMIÈRE CLASSE DE L'INSTITUT.

Mémoire sur la distribution de l'électricité à la surface des corps conducteurs. Année 1811.

Mémoire sur les surfaces élastiques. Année 1812.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Mémoire sur la variation des constantes arbitraires dans les questions de Mécanique. Tome I.

Mémoire sur la théorie des ondes. Tome I.

Mémoire sur l'intégration de quelques équations linéaires aux différences partielles. Tome II.

Mémoire sur le mouvement des fluides dans des tuyaux cylindriques et sur la théorie des instruments à vent. Tome II.

Deux Mémoires sur la théorie du magnétisme. Tome V.

Mémoire sur la théorie du magnétisme en mouvement. Tome VI.

Mémoire sur le calcul numérique des intégrales définies. Tome VI.

Mémoire sur le mouvement de la Terre autour de son centre de gravité. Tome VII.

Mémoire sur l'équilibre et le mouvement des corps solides élastiques, avec addition. Tome VIII.

Note sur le problème des ondes. Tome VIII.

Mémoire sur l'équilibre des fluides. Tome IX.

Note sur les racines des équations transcendantes. Tome IX.

Mémoire sur la proportion des naissances des filles et des garçons. Tome IX.

Note relative au Mémoire sur le mouvement de la Terre autour de son centre de gravité. Tome IX.

Mémoire sur le mouvement de deux fluides élastiques superposés. Tome X.

Mémoire sur la propagation du mouvement dans les milieux élastiques. Tome X.

Mémoire sur le Calcul des variations. Tome XII.

Mémoire sur le mouvement de la lune autour de la terre. Tome XIII.

Mémoire sur l'attraction d'un ellipsoïde homogène. Tome XIII.

Mémoire sur le mouvement d'un corps solide. Tome XIV.

Mémoire sur les déviations de la boussole produites par le fer des vaisseaux. Tome XVI.

OUVRAGES SÉPARÉS.

Leçons de Mécanique. 1 vol. in-4°.

Traité de Mécanique. 2 vol. in-8°.

Théorie mathématique de la Chaleur. 1 vol. in-4°.

Nouvelle théorie de l'action capillaire.

Voici ce que dit Arago de ce dernier ouvrage :

« Laplace représenta par ses formules théoriques, et jusqu'aux centièmes de millimètre, les ascensions du liquide dans les tubes de diverses dimensions. Le travail de Laplace excita l'admiration du monde savant et fut regardé comme marchant de pair avec ses plus heureuses conceptions sur le système du monde.

« Poisson n'en jugea pas ainsi, et, après la mort de l'illustre auteur de la *Mécanique céleste*, il publia sous le nom de *Théorie de la Capillarité*, un ouvrage tellement différent, dans ses prin-

cipes constitutifs, de celui de Laplace, qu'on y trouve l'équivalent de cet énoncé : « Les liquides n'ont pas la même densité à « toutes les profondeurs à partir de la surface ; ils n'ont pas non « plus la même densité à toutes les distances de la paroi du tube « qui les renferme. Ces variations de densité, dont Laplace n'a « pas tenu compte, sont la vraie, l'unique cause des change- « ments de niveau occasionnés par les tubes capillaires plongeant « dans les liquides. »

« On se demandera comment il est possible que Laplace soit parvenu à représenter, en nombres, les phénomènes de l'ascension capillaire, en négligeant dans son calcul la vraie, l'unique cause de ces phénomènes. Je l'avouerai, il y a là un grand scandale mathématique que doivent s'empresser de faire disparaître ceux qui ont le loisir et le talent nécessaires pour prononcer entre d'aussi grands esprits que Laplace et Poisson. »

PLANA (JEAN-ANTOINE-AMÉDÉE, BARON).

[Né à Voghera (Piémont) en 1781, mort à Turin en 1864.]

Il entra en 1800 à l'École Polytechnique et fut nommé, à sa sortie, professeur de Mathématiques à l'École d'artillerie d'Alexandrie, en Piémont.

Il présenta en 1809 à l'Académie de Turin son premier travail, sous le titre : *Équation de la courbe formée par une lame élastique*. Il fut nommé en 1811, sur la recommandation de Lagrange, professeur d'Astronomie à l'université de Turin et, en 1813, directeur de l'observatoire de cette ville.

Son principal ouvrage est une *Théorie du mouvement de la Lune*, qui lui valut la grande médaille de la Société d'Astronomie de Londres et la nomination de membre correspondant de l'Institut, dont il devint plus tard un des huit associés étrangers.

BREWSTER.

[Né en 1781 à Jedburg (Écosse), mort en 1868.]

Docteur ès lois et maître ès arts des universités d'Edimbourg, d'Aberdeen, de Cambridge, d'Oxford et de Durham; secrétaire de la Société royale d'Édimbourg; agrégé à la Société royale de Londres; membre associé de l'Institut de France; enfin officier de la Légion d'honneur et baronnet.

Il avait d'abord étudié la Théologie pour embrasser l'état ecclésiastique, il y renonça pour se livrer aux recherches scientifiques.

Il s'est principalement occupé d'optique où il s'est signalé par une série d'inventions remarquables, dont la plus importante est celle du stéréoscope.

Cet instrument destiné comme son nom l'indique, à donner la sensation du relief, au moyen d'images plates, est fondé sur un principe parfaitement déduit. Outre la partie centrale des objets placés devant nous, nos deux yeux voient, l'un, un peu plus de la face droite et, l'autre, un peu plus de la face gauche et c'est la combinaison des deux images qui nous donne le sentiment du relief. Brewster imagina de remplacer l'objet absent par deux vues prises l'une d'un point situé un peu à droite et l'autre d'un point situé un peu à gauche et d'offrir ces deux vues séparément aux deux yeux. On sait assez combien le succès fut grand.

Outre un grand nombre d'articles publiés dans *l'Encyclopédie d'Édimbourg*, dans le *Journal scientifique d'Édimbourg*, dans la *Quarterly Review*, dans la *North british Review*, dans les *Transactions philosophiques*, de Londres, d'Édimbourg et d'Irlande, Brewster a laissé d'importantes notices biographiques sur Euler, Newton, Galilée, Tycho-Brahé et Képler. On lui doit aussi un *Traité d'optique* (1831).

DIESTERWEG (GUILLAUME-ADOLPHE).

[Né à Liegen (Westphalie) en 1782, mort en 1835.]

Professeur agrégé de Mathématiques à Heidelberg, puis au lycée de Manheim et à l'école supérieure de Bonn.

Outre des *Leçons de Géométrie d'après la méthode des Grecs* (Berlin, 1825), il a laissé des traductions et commentaires des traités d'Apollonius intitulés : *De sectione rationis*, *De sectione determinata*, *De inclinationibus* et *De sectione spatii*.

BERNOULLI (CHRISTOPHE).

(Né à Bâle en 1782, mort en 1863.)

Descendant des grands Bernoulli.

Il compléta ses études à Neufchâtel, à Gœttingue et à Halle, où il devint professeur en 1802. Il visita ensuite Berlin et Paris, puis, de retour à Bâle, il y fonda une maison d'éducation qu'il céda en 1817, pour prendre la chaire d'Histoire naturelle à l'Université.

Physicien, naturaliste, économiste et technologiste, il a touché dans ses travaux à une foule de sujets.

Nous citerons, parmi ses traités spéciaux : *Sur la phosphorescence de la mer* (1802); *Anthropologie physique* (1804); *Guide du physicien* et *Guide du minéralogiste* (1811); *Éléments de la théorie des machines à vapeur* (1824); *Fabrication du coton* (1825); *Manuel de technologie* (1840); *Traité de Physique, de Mécanique, d'Hydraulique industrielle et de Statistique* (1840).

OPPIKOFER (JEAN).

(Né en 1783 dans le canton de Thurgovie.)

Inventeur en 1826 du planimètre, qui lui valut deux prix, l'un du gouvernement suisse, l'autre de la Société d'encouragement de Paris. Le planimètre a été perfectionné depuis Oppikofer.

CRIVELLI (ANTOINE).

(Né à Milan en 1783, mort en 1829.)

Il enseigna à Milan, à Trente, à Bergame, puis visita la Turquie d'Asie d'où il rapporta l'art du damasquineur; il imagina le premier de faire servir les poudres fulminantes comme amorces pour les armes à feu.

HAUSTEEN (CHRISTOPHE).

(Né en 1784 en Norvège.)

Professeur de Mathématiques à Hillerod, puis à Friedericksbourg, enfin à Christiania, membre de la commission instituée en Norvège, pour établir l'unité des poids et mesures, et correspondant de l'Institut de France.

Il s'est surtout occupé du Magnétisme terrestre et découvrit, en 1821, la variation diurne, en un même lieu, de l'intensité de l'action magnétique du globe. Il fit de nombreux voyages pour comparer la force magnétique en différents lieux.

Ses principaux ouvrages sont : *Recherches de magnétisme terrestre* (Christiania, 1819); *De mutationibus quas subit momentum virgæ magneticæ* (Christiania, 1842); *Observations de l'aiguille aimantée de 1855 à 1864* (Bruxelles, 1865); *Sur les variations séculaires du magnétisme* (1865).

AMICI (JEAN-BAPTISTE).

(Né à Modène en 1784.)

Il fut successivement professeur de Mathématiques à Modène et directeur de l'Observatoire de Florence. Il a fait de remarquables observations sur les étoiles doubles; mais il est surtout connu pour l'excellence des instruments qu'il a inventés, le *Microscope achromatique*, le *Microscope par réflexion*, des *chambres claires*, un appareil de polarisation, etc.

BESSEL (FRÉDÉRIC-GUILLAUME).

(Né à Minden en 1784, mort en 1846.)

Il fut nommé, à la recommandation d'Olbers, conservateur des instruments astronomiques de l'Université de Kœnigsberg et présida, en 1812 et 1814, à la construction de l'Observatoire de cette ville, où d'ailleurs il occupait déjà la chaire d'Astronomie.

Il était associé étranger de l'Académie des Sciences de Paris.

On a de lui : *Recherches sur la longueur du pendule simple à secondes pour Berlin; Observations astronomiques; Recherches faites de 1835 à 1838 pour l'établissement d'un mètre étalon pour la Prusse.*

DUPIN (FRANÇOIS-PIERRE-CHARLES, BARON).

[Né à Varzy (Nièvre) en 1784, mort en 1873.]

Il sortit de l'École Polytechnique en 1803, pour entrer dans le génie maritime. Il voyagea pendant sept ou huit ans, chargé de diverses missions, en Belgique, en Hollande, en Italie et aux îles Ioniennes. A son retour, en 1813, il fut attaché successivement aux ports de Toulon et de Dunkerque.

Il fit ensuite un voyage en Angleterre pour y étudier les constructions navales et rapporta de son voyage des Mémoires très remarqués qui lui valurent sa nomination à l'Académie des Sciences et la chaire de Mécanique au Conservatoire des Arts et Métiers.

Louis XVIII le créa baron en 1824. Il fut nommé conseiller d'État en 1831, puis membre du Conseil d'amirauté, pair de France en 1837 et grand officier de la Légion d'honneur en 1840.

Il fut élu représentant du peuple à l'Assemblée constituante en 1848, puis député à l'Assemblée législative.

Enfin il fut compris dans la première liste des sénateurs nommés en 1852.

Outre un grand nombre de brochures sur l'économie politique et les questions sociales, il a publié : *Développements de Géométrie* (1813) et *Essai sur les travaux scientifiques de Gaspard Monge* (1819).

Il a complété le théorème d'Euler par la considération de l'*indicatrice* et des *tangentes conjuguées*, et le théorème de Malus relatif à la réfraction.

NAVIER (LOUIS-MARIE-HENRI).

(Né à Dijon en 1785, mort à Paris en 1836.)

Admis en 1802 à l'École Polytechnique, il en sortit dans le corps des Ponts et Chaussées; il entra à l'Académie des Sciences en 1824, et fut bientôt après nommé professeur d'Analyse et de Mécanique à l'École Polytechnique, où son enseignement a laissé des souvenirs durables, parce qu'il savait être clair, sans éviter les difficultés.

Il avait été chargé d'aller étudier en Angleterre la construction des ponts suspendus, et il construisit, à son retour, celui qui était en face des Invalides, à Paris.

Il devint directeur de l'École des Ponts et Chaussées, et le resta jusqu'à sa mort.

Ses principaux ouvrages sont : *Mémoires sur les canaux de navigation* (1816); *sur les ponts suspendus* (1823); *Résumé des leçons données à l'École des Ponts et Chaussées sur l'application de la Mécanique à l'établissement des constructions et des machines* (1836) ; *Cours d'Analyse et de Mécanique à l'École Polytechnique.*

Il a aussi publié un grand nombre d'articles dans les *Annales de Chimie*, le *Bulletin de la Société philanthropique,* et le *Recueil de l'Académie des Sciences.*

DULONG (PIERRE-LOUIS).

(Né à Rouen en 1785, mort à Paris en 1838.)

Il entra à l'École Polytechnique à l'âge de seize ans, mais n'accepta en sortant aucun service public; il voulait embrasser la carrière médicale. Élève de Berthollet, puis de Thénard, il se signala bientôt par sa découverte du chlorure d'azote, dans la préparation duquel il perdit un œil et deux doigts (1812) ; par celle de l'acide hypophosphoreux, etc. Il refit, en 1820, en collaboration avec Berzélius, l'analyse quantitative de l'eau; le procédé qu'il employa, et qui est resté le plus parfait, consistait à faire passer un courant d'hydrogène bien sec sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge et à recueillir la vapeur d'eau dans un récipient contenant de l'acide sulfurique concentré. En pesant le tube et le récipient avant et après l'expérience, on avait le poids de l'oxygène ;

on connaissait d'ailleurs celui de l'eau recueillie; on en concluait celui de l'hydrogène.

Mais c'est principalement comme physicien que Dulong s'est acquis une renommée impérissable. La théorie de la chaleur a été pour lui le but constant de toutes ses études à partir de 1818. Il écrivit à cette époque, avec Petit, son fameux Mémoire sur les lois du refroidissement, qui fut couronné par l'Académie des Sciences, et qui est resté un modèle. L'Académie ayant été invitée par le gouvernement, en 1825, à fournir les données scientifiques nécessaires pour la rédaction de la loi sur les machines à vapeur, Dulong fut désigné avec Arago pour procéder aux expériences et faire le rapport demandé par le ministre. Il s'agissait principalement de déterminer les tensions maxima de la vapeur d'eau à toutes les températures supérieures à celle de 100 degrés. Dulong et Arago commencèrent par graduer exactement un manomètre à air, comprimé par une colonne de mercure dont ils portèrent la hauteur jusqu'à vingt-quatre fois celle de la colonne barométrique. Ces expériences furent faites dans la tour du collège Henri IV. Le manomètre étant gradué, Dulong et Arago firent agir la pression de la vapeur sur le bain de mercure qui isolait l'air emprisonné dans l'appareil, et purent ainsi déterminer les tensions de la vapeur jusqu'à 212 degrés environ. Dulong entreprit ensuite avec Petit une série d'études sur les dilatations des liquides et des solides. Ce fut à cette occasion qu'il imagina le précieux instrument nommé *cathétomètre*, et le thermomètre à poids.

Dulong fut nommé maître de conférences à l'École Normale en 1830, et professeur de Chimie à la Faculté des Sciences en 1832; bientôt après, les suffrages de ses collègues de l'Académie des

Sciences l'investirent des fonctions de secrétaire perpétuel; enfin, il fut chargé de la direction des études à l'École Polytechnique, poste qu'il conserva jusqu'à sa mort. Ses Mémoires se trouvent épars dans les *Annales de Chimie et de Physique*, dans le *Journal de l'École Polytechnique*, et dans d'autres Recueils.

HALDAT DU LYS (CHARLES-NICOLAS-ALEXANDRE).

[Né à Bourmont (Lorraine) vers 1785, mort à Nancy en 1852.]

Un des descendants de Jean du Lys, frère de Jeanne Darc, médecin militaire pendant la Révolution, puis professeur des Sciences physiques au lycée de Nancy, secrétaire de l'Académie de cette ville, inspecteur de l'Université, enfin directeur de l'école secondaire de Médecine de Nancy.

Il fit de nombreux voyages en Angleterre, en Belgique, en Hollande et en Italie. Il a laissé un grand nombre de Mémoires sur le Magnétisme, l'Optique, l'Acoustique, etc.

Il est surtout connu par l'appareil hydrostatique qui porte son nom, et que l'on emploie dans tous les cours de Physique pour la vérification de ce fait que la pression d'un liquide sur le fond horizontal du vase qui le contient est indépendante de la forme du vase.

BRIANCHON (CHARLES-JULIEN).

(Né à Sèvres en 1785.)

Il fut reçu le premier à l'École Polytechnique en 1804, et fut nommé lieutenant d'artillerie en 1808. Il fit en cette qualité les

campagnes d'Espagne et de Portugal, et fut nommé, en 1815, adjoint au directeur général des manufactures d'armes de France; puis professeur des Sciences appliquées à l'école d'artillerie de la garde royale.

Il a laissé d'importants Mémoires sur les propriétés des sections coniques. Il est surtout connu pour son beau théorème sur l'hexagone circonscrit à une conique, qui fait le pendant du théorème de Pascal sur l'hexagone inscrit.

FÉRUSSAC (ANDRÉ-ÉTIENNE, ETC., BARON DE).

[Né à Chartron (Tarn-et-Garonne) en 1786, mort à Paris en 1836.]

Son père, qui s'était occupé de Botanique et de Conchyliologie, et qui fut tour à tour officier d'artillerie et de marine, émigra en 1791, et confia, en partant, son jeune fils à sa grand'mère maternelle, dans le Jura.

Admis dans les vélites de la garde, le jeune Férussac profita de son séjour à Paris pour suivre les leçons de Cuvier, de Lamarck et de Latreille. Il fit les campagnes d'Iéna et d'Austerlitz, et fut ensuite envoyé en Espagne, où il reçut une blessure qui l'obligea à quitter le service. L'Empereur le nomma sous-préfet d'Oloron, mais il perdit sa place à la première Restauration. Sous-préfet de Compiègne, pendant les Cent-Jours, il fut conservé à la seconde Restauration. Toutefois, il fut chargé, en 1818, du cours de Géographie à l'École d'application d'état-major. Il donna peu après sa démission, pour reprendre ses travaux.

Il fonda, en 1823, le *Bulletin universel des Sciences et de*

l'Industrie, auquel tous les savants distingués de l'époque ont tenu à collaborer.

Ses principaux ouvrages sont : *Histoire naturelle des Mollusques terrestres et fluviatiles* (Paris, 1817), qui n'est que la reproduction, sans doute améliorée, d'un travail laissé par son père, et *Tableau systématique des animaux mollusques* (1822).

PROUT (WILLIAM).

(Né en 1786, mort en 1856.)

Chimiste et médecin, il fut l'un des premiers savants qui cherchèrent dans les faits chimiques l'explication des phénomènes de la vie. Son principal ouvrage est intitulé : *De la nature et du traitement des maladies de l'estomac et des reins ou Recherches sur la connexion du diabète, du calcul et des autres affections des reins et de la vessie avec la digestion.*

SEIZIÈME PÉRIODE.

D'ARAGO, *né en* 1786,
à ABEL, né en 1802.

Noms des savants de cette Période.

	Né en	Mort en
Arago	1786	1853
Magendie	1786	1855
Binet	1786	1856
Vicat	1786	1861
Chevreul	1786	
Fraunhofer	1787	1826
Beudant	1787	1845
Ohm	1787	1845
Gambey	1787	1847
Sefstrom	1787	1854
Cousinéry		
Fresnel	1788	1827
Tredgold	1788	1829
Pelletier	1788	1842
Poncelet	1788	1867
Pitot	1788	
Brande	1788	
Becquerel	1788	1878
Marsh	1789	1846
Daguerre	1789	1851
Cauchy	1789	1857
Daniell	1790	1845
Mœbius	1790	1868
Babbage	1790	1871
Bellanger	1790	1874
Jacobi	1790	1874
Savart	1791	1841
Encke	1791	1865
Faraday	1791	1867
Coriolis	1792	1843
Pecqueur	1792	1852

	Né en	Mort en
DESPRETZ	1792	1853
SIR HERSCHEL	1792	1871
THIMONNIER	1793	1857
CHASLES	1793	1880
DANDELIN	1794	1847
MITSCHERLICH	1794	1863
FLOURENS	1794	1867
BABINET	1794	1872
CAVÉ		
DAGUET	1795	
LAMÉ	1795	1870
DELAFOSSE	1796	
SADI CARNOT	1796	1832
POGGENDORFF	1796	1877
QUÉTELET	1796	1874
SAVARY	1797	1841
DUHAMEL	1797	1872
MELLONI	1798	1854
KREIL	1798	1863
SARRUS	1798	
CLAPEYRON	1799	1864
JACKSON	1800	
DUMAS	1800	1884
COURNOT	1801	1877

Appendice

STEPHENSON (George)	1781	1848
STEPHENSON (Robert)	1803	1859

SEIZIÈME PÉRIODE.

Les hommes les plus éminents de cette période sont : Cauchy, Poncelet et Chasles, pour l'Analyse et la Géométrie; Fresnel, Arago et Faraday, pour la Physique; Arago, Herschel et Encke, pour l'Astronomie; Poncelet, Stephenson, Clapeyron et Sadi Carnot, pour la Mécanique; Chevreul et Dumas, pour la Chimie.

Arago a eu la plus heureuse influence sur les travaux de ses contemporains, mais il a tellement éparpillé les efforts de sa belle intelligence qu'il ne lui reste guère en propre que la découverte du magnétisme de rotation, et celle de la polarisation chromatique.

Les travaux de Faraday, de Chevreul et de Dumas, ainsi que ceux d'Herschel, de Stephenson et de Clapeyron se passent de commentaires.

Chasles est peu sorti du cercle des idées de Monge, de Poncelet, de Plucker, de Gergonne, de de Jonquières; nous en retiendrons seulement sa théorie de l'homographie qui fait suite à la théorie de l'homologie de Poncelet.

Nous avons principalement à caractériser les travaux de Cauchy, de Poncelet et de Fresnel.

La Science doit à Cauchy une foule de perfectionnements utiles, mais dont l'énumération trouvera place ailleurs, sur tous les points importants de l'Analyse, et une œuvre capitale sur laquelle nous devons insister ici : nous voulons parler de sa belle théorie des intégrales, définies par la suite des valeurs attribuées à la variable indépendante, entre les limites.

Cauchy a voulu y intéresser la série de Taylor, sur laquelle il avait des données fausses, ce qui n'a pu qu'embarrasser sa marche ; et d'un autre côté, il a paru donner pour but à sa théorie la constatation de la double périodicité, déjà reconnue, des fonctions elliptiques; mais la théorie se suffit à elle-même, indépendamment des applications qu'on en pourra faire et qui se reproduisent sans cesse sous une infinité de formes, parce que cette théorie est fondamentale.

Cette théorie, sauf, bien entendu, les développements qu'elle comporte nécessairement, se résume essentiellement dans ce fait, dont la découverte est un trait de génie, qu'à l'exception de cas très rares, la fonction $F(x) - F(x_0)$, qui a pour dérivée une fonction donnée $f(x)$ et qui s'annule pour une valeur donnée x_0 de la variable, ne coïncide pas avec la somme des éléments de l'intégrale

$$\int f(x)\,dx$$

prise entre les limites x_0 et x; que cette dernière somme varie le plus souvent avec la suite des valeurs par lesquelles passe la variable x, pour aller de la limite inférieure x_0 à la limite supérieure x de l'intégrale; et que, par conséquent, une intégrale, pour être définie, doit l'être, non seulement par les valeurs extrêmes de la variable, mais par la suite de ses valeurs intermédiaires.

Les analystes qui avaient précédé Cauchy n'avaient, il est vrai, admis le principe contraire qu'en supposant que la fonction placée sous le signe $\int$ fût bien déterminée, c'est-à-dire ne pût recevoir qu'une seule valeur, toujours finie, pour chaque valeur de la variable, mais en fait, ils étendaient le plus souvent l'hypothèse dans laquelle ils raisonnaient au cas où cette fonction étant irrationnelle, comporterait, par cela même, plusieurs valeurs.

La conception de Cauchy a permis de donner un sens parfaitement net à une intégrale de la forme

$$\int_{x_0}^{x} y\,dx,$$

y désignant une fonction implicite de x définie par une équation algébrique de degré quelconque; ce qui constitue un progrès considérable.

Je ne parle que pour mémoire de l'audace avec laquelle Cauchy osait attribuer des valeurs imaginaires à la variable indépendante, audace qui avait pour effet immédiat de rétablir la continuité entre toutes les branches d'une même courbe algébrique quelconque, par exemple entre les deux branches d'une même hyperbole, ce qui n'avait jamais été même entrevu comme possible.

Mais cette belle théorie, comme Lamé l'a si bien vu, a surtout pour conséquence directe la possibilité, jusqu'alors inespérée, de parvenir à donner des définitions nettes de la plupart des fonctions transcendantes, qui en manquaient à peu près complètement. Lorsque, en effet, ces transcendantes ont pris leur origine dans le calcul intégral, la théorie permet de les définir exacte-

ment pour toutes les valeurs réelles ou imaginaires de la variable; et, dans le cas contraire, le plus souvent, leurs inverses ou d'autres fonctions liées à elles d'une manière déterminée, peuvent être définies de cette manière.

Ainsi les fonctions trigonométriques directes et la fonction exponentielle n'avaient pu recevoir jusqu'alors que des définitions absolument défectueuses, par leur identification à des développements en séries dont rien autre qu'une analogie, volontairement acceptée comme preuve, ne pouvait justifier l'extension aux cas où la variable devenait imaginaire; car, par exemple, lorsqu'on écrivait

$$e^{x\sqrt{-1}} = 1 + \frac{x\sqrt{-1}}{1} - \frac{x_2}{1.2} - \frac{x^3\sqrt{-1}}{1.2.3} = \dots,$$

on ne formulait effectivement qu'une égalité à un seul membre, puisque le premier n'ayant pas de définition, c'était le second qui lui en servait.

Au contraire, les inverses de ces fonctions, c'est-à-dire, arc-sin$x$, ... et Lx, pouvant être conçues directement comme des intégrales, reçoivent de la théorie de Cauchy des définitions parfaitement claires pour toutes les valeurs de la variable et, par réciprocité, il en résulte pour les fonctions directes des définitions tout aussi claires.

Il en est de même des fonctions elliptiques qu'Abel et Jacobi n'avaient pu considérer, par extension intuitive des notions sous lesquelles Legendre les avait fait connaître, qu'à peu près par le même procédé qu'Euler avait appliqué aux fonctions trigonométriques et à la fonction exponentielle.

A plus forte raison encore en est-il de même des fonctions

inverses de celles qui représentent les quadratures de toutes les courbes algébriques; fonctions maintenant parfaitement définies et qu'on pourra, sans crainte, soumettre à toutes les spéculations imaginables.

Ainsi Cauchy a prodigieusement étendu la partie sûre du domaine de l'Analyse. C'est énorme. Quant aux résultats auxquels il a pu parvenir, ils attestent assurément une puissance merveilleuse, mais nous croyons que ses disciples font tort à sa gloire en prolongeant indéfiniment l'usage des artifices auxquels, pressé par le désir d'arriver à des conclusions, il avait d'abord eu recours, pour passer de la théorie à la pratique.

Quoiqu'il en soit, la théorie des résidus, considérée isolément, constitue un très beau chapitre du calcul intégral et un chapitre qui subsistera tel qu'il est sorti des mains de Cauchy, parce que les conclusions peuvent en être transportées du cas particulier qu'avait examiné Cauchy, où la fonction prend des valeurs infinies pour certaines valeurs finies de la variable, au cas général où la fonction prend, en même temps que sa variable, des valeurs infinies, ayant entre elles des rapports finis.

De la continuité.

Après avoir rendu à Cauchy cet hommage mérité, dont l'expression ne nous paraît même que trop faible, nous pourrions dire l'influence fâcheuse que, par suite des tendances essentiellement négatives de son esprit, il a exercée dans le domaine des idées. Nous ne croyons pas devoir le faire d'une manière complète, parce que cette influence a déjà en grande partie disparu, mais il nous paraît indispensable d'insister au moins, pour les

réfuter, sur toutes les idées fausses qu'il a répandues dans l'enseignement au sujet de la continuité des fonctions, ou, plutôt, de leur discontinuité, dont il eut bientôt fait leur état habituel.

Nous remarquerons d'abord la singularité de l'idée qu'il a eue de faire consister exclusivement la continuité d'une fonction dans la condition qu'elle prenne toutes les valeurs intermédiaires entre deux quelconques de ses valeurs, comme si l'ordonnée d'un contour polygonal, ou même d'un contour formé de branches de courbes distinctes, se raccordant à un degré aussi élevé qu'on voudrait, était une fonction continue.

Ici Cauchy voyait la continuité où elle n'existait pas, ce qui est déjà grave; mais, ne l'apercevant pas, à ce qu'il paraît, là où elle était évidente, dans une fonction bien définie, telle qu'un produit, un quotient, un polynome, une expression irrationnelle, etc., il a imaginé de vouloir la démontrer et en a effectivement imposé l'obligation à toute une génération. Malheureusement ces démonstrations, s'il était possible de les instituer, n'auraient d'autre effet que d'établir la continuité comme l'entendait Cauchy, c'est-à-dire d'établir que la fonction considérée pourrait prendre toutes les valeurs comprises entre deux quelconques de ses valeurs. Il est vrai qu'on en serait quitte pour ajouter à la démonstration principale, relative à la fonction, les démonstrations analogues relatives à toutes ses dérivées à l'infini; mais ces démonstrations mêmes sont impossibles.

En troisième lieu, Cauchy a voulu voir la discontinuité entre les segments d'une même fonction, séparés par des valeurs infinies de cette fonction : il n'y a là discontinuité que dans les termes; d'ailleurs, la continuité peut toujours être rétablie par la substitution à la fonction considérée d'une autre fonction liée à

elle par une relation bien définie, par exemple, par la substitution à la fonction proposée de son inverse.

Enfin, Cauchy a essayé de faire croire à l'existence de fonctions toujours discontinues, ce qui oblige à lui supposer de singulières idées sur la notion d'une fonction.

Nous croyons devoir, ne serait-ce qu'en vue d'une protestation personnelle, nous expliquer sur ces divers points.

La notion de continuité dans les Sciences se rapporte à quatre ordres différents de faits, et par conséquent d'idées.

En premier lieu, la continuité essentielle de la grandeur forme, avec la discontinuité inévitable du nombre, un contraste saillant, dont l'étude attentive rend compte des oscillations qu'a subies la méthode à diverses époques, des répugnances que témoignèrent les géomètres grecs à abandonner le point de vue exclusivement concret, de l'isolement absolu dans lequel restèrent si longtemps les arithmologues, et enfin des difficultés que rencontrèrent les géomètres de la Renaissance à fonder l'accord désirable des deux ordres d'idées, ou l'appropriation des spéculations abstraites de l'Arithmétique et de l'Algèbre au progrès de la Géométrie.

En second lieu, la conscience intime que nous avons de la variabilité continue et simultanée des effets qui se développent sous nos yeux et des causes qui les produisent est la base essentielle de notre croyance à l'existence de lois dans l'ordre naturel; c'est le point d'appui de notre intelligence, le mobile de nos efforts, le fondement de notre espoir dans la découverte de la vérité.

La variabilité continue des valeurs des fonctions algébriques offre un troisième aspect de la question.

Enfin la permanence que présentent dans leur forme essentielle les relations algébriques relatives aux phases successives d'un même phénomène, et qui subsiste même après une interruption passagère d'existence éprouvée par quelques éléments indispensables ou accessoires de la question mise à l'étude, cette permanence, expression la plus haute de la loi de continuité, a été l'objectif des géomètres dans les efforts qu'ils ont faits pour arriver à constituer la méthode des signes de position en Géométrie. Mais ce dernier point se rapporte à un autre ordre d'idées.

Quant à la continuité simultanée des effets et des causes, dans l'ordre physique, il suffira de dire qu'elle constitue de toute nécessité l'hypothèse même du physicien, du chimiste, du naturaliste et du physiologiste : car, si l'effet produit pouvait varier sensiblement sans que la cause eût elle-même subi une variation appréciable, quelle relation pourrait-il exister entre l'effet, capable de prendre toutes les valeurs imaginables entre deux limites, et la cause correspondante constante? quel but pourrait-on se proposer en commençant une expérience? que signifieraient tous les soins que l'on pourrait prendre de mesurer aussi exactement que possible la cause qui va agir, si une erreur infinitésimale pouvait entraîner des divergences considérables dans les valeurs de l'effet?

La discontinuité n'est que la formule du hasard; l'observation et l'expérience l'ont successivement chassée de tous les points du domaine entier de la Physique, et le soupçon même n'en devrait pas rester, à notre époque, dans les intelligences.

Cependant les géomètres, chez qui surtout de pareilles défaillances sont inexplicables, s'ils n'ont pas précisément mis en

doute la continuité des fonctions, qu'ils avaient eux-mêmes créées pour servir à l'expression de lois physiques, ont du moins cru devoir soumettre cette continuité à des démonstrations, du reste impossibles.

Cette faiblesse, il est vrai, trouve une explication dans l'habitude de recourir, pour la formation des lois, à la représentation numérique, effective ou supposée, des grandeurs, causes et effets qu'elles sont destinées à relier; cette représentation des grandeurs par des nombres n'étant possible exactement qu'autant que ces grandeurs restent commensurables entre elles, la formule n'a pu, en effet, s'adapter exactement qu'à des états non continus entre eux du phénomène.

Mais si, après avoir eu la continuité sous les yeux, dans l'observation des faits, on a introduit la discontinuité dans les mots, parce qu'on ne pouvait faire autrement, était-ce une raison pour répercuter le doute sur la conception primitive?

Il serait difficile d'imaginer un être assez obtus pour ne pas apercevoir la continuité simultanée des segments interceptés sur deux droites qui se coupent, par une règle se mouvant parallèlement à elle-même : Comment est-il possible que des esprits distingués hésitent à admettre la continuité de la quatrième proportionnelle à trois grandeurs, dont l'une varie d'une manière continue; c'est cependant bien identiquement la même chose?

De même une corde qui tourne dans un cercle, autour d'un point de ce cercle, varie d'une manière continue avec sa projection sur le diamètre du cercle qui passe par le pôle de rotation : si l'on a jugé à propos de représenter la corde mobile par une racine carrée, ce n'est pas une raison pour discuter la continuité

d'une racine carrée, ou d'une moyenne proportionnelle, par rapport à l'un des termes sur lesquels elle porte.

De même encore, on a cru pouvoir représenter par une exponentielle l'abscisse d'une hyperbole, rapportée à ses asymptotes, par rapport à l'aire interceptée entre cette hyperbole et l'une de ses asymptotes, par une règle parallèle à l'autre asymptote, qui se déplacerait parallèlement à elle-même : comment peut-on ensuite se demander si la fonction exponentielle varie continuellement avec sa variable? Mais en voilà bien assez.

Les fonctions algébriques imaginées pour servir à la traduct on de lois sont d'elles-mêmes continues, parce que, si la continuité qui se trouvait d'avance dans la loi n'apparaissait pas dans la formule notée de cette loi, cette formule serait fausse.

Si l'on avait eu le bon esprit de faire porter les formules sur les grandeurs elles-mêmes, au lieu de leurs mesures, les fonctions auraient représenté les variables dépendantes elles-mêmes, au lieu de leurs mesures, et ces variables dépendantes eussent été continues avec les variables indépendantes, sans contestation possible.

Il est toujours impossible, au reste, de démontrer qu'une fonction est continue; le raisonnement même supposerait qu'on ne conçoit pas cette fonction, et, par conséquent, manquerait de base.

Ainsi examinons, par exemple, la démonstration qu'on donne de la continuité de la fonction a^x, a étant supposé positif.

Il s'agit d'établir que $a^{x+h} - a^x$ peut devenir aussi petit qu'on le veut, pourvu que h soit assez petit lui-même. Or, on commence par donner à cette différence la forme

$$a^x (a^h - 1)$$

mais si la fonction a^x n'est pas continue, elle ne saurait être

définie, ou, ce qui revient au même, on ignore quelle valeur elle a pour chaque valeur de la variable, puisqu'elle pourrait en changer sans que sa variable s'accrût d'une quantité donnée; on ne peut donc pas lui supposer des propriétés, puisqu'elle n'a pas de valeurs déterminées, par conséquent l'égalité

$$a^{x+h} = a^x \times a^h$$

est non seulement un non sens, mais un triple galimatias, galimatias dans a^x, galimatias dans a^h et galimatias dans a^{x+h}.

Mais, glissant sur ce paralogisme, on réduit la question à établir que $a^h - 1$ pourrait devenir aussi petit qu'on le voudrait pourvu qu'on prît h suffisamment petit.

Seulement on commet alors une nouvelle faute plus étonnante encore que la première, c'est, pour rendre la démonstration possible, comme a^x n'a encore de définition claire qu'autant que x est commensurable, d'attribuer à h la forme arithmétique $\frac{1}{m}$, m étant entier; de sorte que si la démonstration établissait ce qu'elle était destinée à démontrer, elle prouverait que la fonction a^x varie d'une manière continue quand sa variable change d'une manière discontinue.

Mais, en supposant que la démonstration eût pu aboutir, que faudrait-il en conclure? Rien autre chose, si ce n'est que la fonction serait définie pour toutes les valeurs commensurables de la variable, ce que l'on savait auparavant; il resterait donc toujours la liberté de croire qu'elle pourrait prendre toutes les valeurs imaginables, dès qu'on donnerait à la variable une valeur incommensurable.

On peut remarquer, comme curiosité, que la même démonstration, appliquée à la fonction tang x, pourrait servir à prouver

que cette fonction ne devient jamais infinie; car elle ne l'est que pour des valeurs incommensurables de x, valeurs qu'on aurait écartées dans la démonstration.

Il pourrait arriver qu'une formule faite à plaisir, qui n'aurait pas encore de sens, ne pût pas être conçue comme continue, de quelque manière qu'on l'interprétât. Mais il faudrait la rejeter de la liste des fonctions, au moins provisoirement.

Les travaux de Poncelet que nous avons à examiner ici sont ceux qui touchent à la méthode en Géométrie. Ils se rapportent principalement à l'introduction des imaginaires en Géométrie et au principe de continuité; à l'invention de la méthode des polaires réciproques, et à la théorie des figures homologiques.

Nous avons dit comment, sans les réaliser encore, Monge avait été amené à considérer les grandeurs devenues imaginaires comme pouvant, au moins dans les démonstrations, remplir encore, comme intermédiaires, les fonctions auxquelles elles avaient été employées, réelles.

Poncelet fit faire peu après un pas considérable à la question, d'une part, en réalisant effectivement les solutions imaginaires des problèmes de Géométrie, au moins dans toutes les applications qui se rapportent aux intersections des courbes du second degré, soit par des droites, soit entre elles.

Nous marquons à dessein, dans cet aperçu préliminaire des résultats auxquels est parvenu le géomètre dont nous parlons, une ligne de démarcation bien tranchée entre la doctrine et l'application, parce que, dans la discussion rapide que nous allons

faire de son œuvre, nous distinguerons aussi entre les découvertes matérielles, tangibles et indéniables, et les additions apportées à la philosophie générale.

Du côté des faits, il n'y a rien à objecter, et personne, en effet, n'a essayé même de révoquer en doute la justesse des démonstrations de Poncelet.

Ainsi, il résulte incontestablement, de l'exactitude des faits établis, ce principe spécial que, dans toutes les circonstances où une conique devrait intervenir d'une manière quelconque dans la solution d'un problème actuellement possible, si cette intervention est momentanément suspendue par une circonstance qui rende imaginaires quelques-unes des variables intermédiaires qu'il eût fallu considérer, le rôle de la conique en question est suppléé par l'entrée en jeu d'une de ses *supplémentaires* convenablement choisie; que les mêmes variables intermédiaires, qui sont devenues imaginaires, reçoivent, de l'intervention de la conique supplémentaire à laquelle on a dû avoir recours, une figure et une situation bien définies, qui, non seulement représentent idéalement ces grandeurs imaginaires, mais peuvent, dans une mesure et avec les précautions convenables, être introduites sans danger dans la figure à construire, pour obtenir la solution de la question proposée. Cela est rendu incontestable par les nombreuses applications que Poncelet a faites de son principe.

Mais, quant au principe lui-même, s'il n'a été nié ni même contesté par personne, on a du moins demandé qu'il fût plus solidement établi qu'il ne l'a été jusqu'ici, et nous ne voyons pas quelle démonstration on pourrait en donner. Poncelet, après l'avoir entouré de toutes les justifications les plus solides qu'il a

pu trouver, dit, en terminant : « Concluons que l'xetension attribuée aux résultats de l'Algèbre pure n'est pas mieux démontrée dans cette science qu'en Géométrie elle-même; qu'à la vérité, elle s'y présente d'une manière plus naturelle, et, pour ainsi dire, à l'insu du calculateur, mais qu'elle n'en est pas moins une hypothèse gratuite, justifiée seulement par le fait d'une longue expérience et la conformité de ses résultats avec ceux du raisonnement explicite ordinaire; qu'en un mot, ce principe hypothétique de généralisation et d'extension constitue, jusqu'ici, une de ces vérités premières qu'il est impossible de ramener à des idées et à des notions plus simples, parce qu'elles ont leur source et leur certitude immédiates dans notre manière de voir, autant que dans les faits eux-mêmes, dans la nature des choses.

« Concluons aussi que, à moins de vouloir se traîner éternellement sur les traces des géomètres de l'école d'Alexandrie, à moins d'abandonner entièrement la route nouvelle que nous ont ouverte les grands hommes qui font la gloire des temps modernes, il faut, de toute nécessité, adopter ce principe dans la Géométrie rationnelle, avec toute la généralité qu'il comporte, et cela indépendamment de l'Analyse algébrique elle-même, et sans s'inquiéter des notions et des conséquences singulières ou paradoxales qui peuvent en découler; car si l'on veut être conséquent et logique, comme le furent toujours les anciens, il faut, ou l'admettre ouvertement et dans toute sa généralité, ou le bannir à jamais du domaine de la Géométrie et de celui de toutes les sciences exactes qui se fondent sur l'Analyse algébrique. »

On avait d'excellentes raisons pour ne pas le bannir de l'Algèbre, et on n'y a pas songé; mais il n'a pas paru qu'on en eût

d'aussi bonnes pour l'admettre en Géométrie, et l'on s'est tenu sur la réserve.

L'insuccès relatif de la belle tentative de Poncelet, insuccès dont il s'est plaint amèrement dans les dernières années de sa vie, tient à ce qu'il n'avait pas posé la question assez nettement; ses imaginaires ont paru trop réelles ou trop imaginaires, selon qu'on s'est placé au point de vue algébrique ou au point de vue géométrique, parce que le but n'a pas été assez nettement indiqué.

Le véritable point de vue où il eût fallu se placer est celui-ci : les solutions imaginaires des problèmes impossibles de Géométrie peuvent être rejetées d'une manière absolue, ou utilisées. Si l'on veut les utiliser, il faut d'abord les réaliser: mais, cela fait, il faudra considérer les objets correspondants comme bien parfaitement réels, malgré la forme accidentellement imaginaire sous laquelle ils se seront présentés dans la spéculation actuelle; enfin les questions posées relativement à ces objets devront être posées géométriquement dans les mêmes termes où on les pose relativement aux objets réels, et il ne s'agira plus que de faire concourir à ces questions purement géométriques les solutions imaginaires des équations dans lesquelles on leur aura fait prendre naissance.

Ainsi, une équation à deux variables fournit une suite continue de solutions réelles et une infinité de suites de solutions imaginaires : la suite unique de solutions réelles représentait, depuis Descartes, une certaine courbe; rien n'empêchera de faire de même représenter une autre courbe à chacune des suites de solutions imaginaires de la même équation; il suffira, pour que cette supplémentaire de la courbe proposée aît une existence réelle,

que la suite de solutions qui doit la fournir soit bien définie et que le mode de construction de chaque solution soit également bien précisé. Cette supplémentaire étant ainsi conçue et définie, la question sera s'il est possible de faire servir à son étude géométrique l'équation même d'où elle a été tirée et par laquelle elle est imaginairement représentée. Si cette question peut être résolue, elle aura son utilité incontestable, et, quant aux principes de la méthode, il n'y aura pas même lieu de les discuter, parce qu'ils n'emprunteront plus rien à la métaphysique.

Nous nous sommes appesanti sur cette question de la réalisation des imaginaires, parce que c'est évidemment celle qui imprimera son cachet à la période actuelle de l'histoire de la Géométrie.

Considérons maintenant en lui-même le principe posé par Poncelet. Ce *principe de la continuité ou permanence des relations métriques ou descriptives des figures*, date naturellement, au moins dans sa forme rudimentaire, des premiers essais de Géométrie analytique, la Trigonométrie comprise. C'est du reste ce principe-là même que Carnot avait voulu établir dans sa *Géométrie de position,* pour le cas où certaines grandeurs prendraient des valeurs négatives, mais il n'a acquis sa véritable importance qu'entre les mains de Poncelet qui, le premier, a osé admettre directement les imaginaires de Géométrie.

« Pour donner une idée de ce principe, dit le général Poncelet, dans ses *Applications d'Analyse* et de *Géométrie,* nous l'appliquerons à la démonstration du théorème de Monge.

« Si l'on imagine que le sommet d'une surface conique, cir-
« conscrite à une sphère, vienne à se déplacer en parcourant tous
« les points d'une droite donnée, le plan de la courbe de contact

« ne cessera pas, dans toutes ses positions, de tourner autour
« d'une droite fixe comme la première. »

» On démontre aisément, à l'aide de la seule Géométrie, que quand la droite donnée ne rencontre pas la surface sphérique, le plan de la courbe de contact de la surface conique circonscrite à cette sphère, et dont le sommet est assujetti à parcourir la droite donnée, passe, dans toutes ses positions, par la droite qui joindrait les points de contact des plans tangents à la sphère, menés par cette droite donnée. Dans le cas contraire, où la droite donnée rencontre la surface sphérique, on ne pourrait plus savoir *a priori*, par la seule Géométrie, si la propriété en question subsiste toujours. Il semblerait même, à ne consulter que les premières apparences, que la propriété cessât d'être vraie pour ce cas, parce que la corde de contact paraîtrait elle-même n'avoir plus aucune existence géométrique.

» Et, cependant, il n'en est réellement rien, car la Géométrie analytique, dont les résultats sont indépendants de la position relative de la surface et de la droite, fournit la même conséquence dans un cas et dans l'autre.

» Concluons donc que *les relations appartenant à une certaine figure demeurent, dans leur forme explicite, applicables à toutes les situations possibles de cette figure.* »

D'après ce qu'on vient de voir, le principe de continuité en Géométrie, aurait pour objet de débarrasser l'esprit de toute préoccupation au sujet des variations de forme que pourrait subir la figure sur laquelle on spécule; en sorte que les conditions qui lient les inconnues aux données, établies conformément aux indications suggérées par la figure qu'on s'est mise sous les yeux, pourraient être employées dans toutes les circons-

tances exceptionnelles que pourrait présenter cette même figure, et les conséquences déduites algébriquement de ces relations seraient valables dans tous les cas, soit que divers changements de positions relatives des objets comparés eussent dû entraîner des changements correspondants de signes dans les équations, soit que même la figure cessât momentanément d'être possible, parce que les points de concours de certaines lignes qui devaient être employées dans la construction cesseraient d'exister, ou, plus généralement, que certaines grandeurs intermédiaires, indispensables à la réalisation de la figure conçue, deviendraient imaginaires.

Ce principe de continuité constitue, comme on sait, la base essentielle du *Traité des propriétés projectives des figures*, et il a beaucoup contribué aux progrès de la Géométrie dans notre siècle. Comment a-t-il pu être à la fois admis en pratique et rejeté en théorie? Il est assez facile de se rendre compte d'une pareille singularité.

Le général Poncelet s'est borné à constater, par de nombreux exemples, l'exactitude du principe qu'il posait, mais il a cru impossible de lui donner d'autre fondement que l'expérience. Il en est résulté que sa célèbre formule n'a été reçue par la plupart des géomètres analystes que comme *une forte induction dont il est permis de faire usage dans des recherches nouvelles, mais qu'il est toujours nécessaire de contrôler* a posteriori *par une démonstration en règle des résultats obtenus par son secours.*

Cette opinion, énoncée à plusieurs reprises par Cauchy et suivie par tous ses élèves, n'a gardé une apparence de fondement que parce que Poncelet a conservé une forme trop métaphysique à l'énoncé de la loi qui fera son principal titre de gloire dans la

postérité. Tout en montrant par intervalles, à propos d'exemples divers, l'usage réel qu'il était possible de faire des formes imaginaires en Géométrie, il n'a jamais osé lever complètement l'espèce d'embargo qui pèse encore sur les grandeurs imaginairement figurées et qu'on nomme improprement imaginaires. C'est là la cause réelle de l'impuissance de toute son argumentation. Toute la question n'était au fond que de changer un qualificatif, et Poncelet n'a pas osé proposer ce changement; les grandeurs dites imaginaires sont restées pour lui imaginaires, c'est-à-dire extra-physiques, dépourvues de réalité; or il faut bien convenir que, tant qu'on continuera de se placer à ce point de vue, le principe de continuité ne sera, comme on l'a dit, qu'une forte induction. Toute difficulté, au contraire, disparaît instantanément dès que, comprenant toutes les supplémentaires d'un lieu dans l'équation de ce lieu, on a prévu la possibilité de solutions dites imaginaires, et on en a d'avance formé l'interprétation. Bien plus, on ne sent même plus alors le besoin du principe de continuité; car, d'une part, le problème qu'on se propose a toujours effectivement alors toutes les solutions que comporte son degré, et, d'un autre côté, le raisonnement n'a plus besoin d'être étayé par des considérations métaphysiques, puisque, dans tous les cas, le calcul actuel s'applique aux solutions actuellement présentes, qu'elles soient réelles ou qu'elles se rapportent à des êtres réels imaginairement représentés.

Théorie des Polaires réciproques.

Si l'on considère, dans le plan d'une conique, une figure composée de droites A, B, C ... et de points $a, b, c, \ldots$ et que l'on construise d'une part les pôles $a', b', c' \ldots$ des droites A, B, C ...

par rapport à la conique; de l'autre, les polaires A′, B′, C′ ... par rapport à cette même conique, des points *a*, *b*, *c*, ... la figure formée des droites A′, B′, C′ ... et des points *a*′, *b*′, *c*′ ... sera la figure polaire de la proposée, par rapport à la conique considérée, qui prendra le nom de directrice.

Réciproquement, la première figure sera la polaire de la seconde par rapport à la première directrice; car les droites A, B, C ... seront les polaires des points *a*′, *b*′, *c*′ ... et les points *a*, *b*, *c* ... seront les pôles des droites A′, B′, C′ .... C'est pourquoi les deux figures seront appelées polaires réciproques.

D'après des théorèmes connus, si quelques-unes des droites A, B, C ... concourent en un point P, leurs pôles *a*′, *b*′, *c*′ ... seront sur une ligne droite R et le point P sera le pôle de la droite R. Réciproquement, si quelques-uns des points *a*, *b*, *c* ... sont sur une droite R′, leurs polaires A′, B′, C′ ... concourront en un point P′, pôle de R.

Supposons que les droites de l'une des figures soient les tangentes à une courbe S, les points corrélatifs de l'autre figure formeront une courbe S′; et il est aisé de voir que, réciproquement, les tangentes à la courbe S′ auront pour pôles les points de la courbe S.

En effet, soient A et B deux tangentes infiniment voisines à la courbe S, en *a* et *b*, *a*′ et *b*′, leurs pôles et *m* le point de rencontre de A et de B : la corde *a*′ *b*′ de la courbe S′ ne sera autre chose que la polaire du point *m*. Or, si l'on imagine que la droite B se rapproche indéfiniment de la droite A, le point *m* viendra se confondre avec *a* et en même temps la corde *a*′ *b*′ deviendra la tangente en *a*′ à la courbe S′. Les deux courbes S et S′ sont donc réciproques l'une de l'autre par rapport à leur directrice commune.

L'équation de l'une des courbes peut se déduire aisément de celle de l'autre. En effet, soient

$$f(x,y) = Ay^2 + Bxy + Cx^2 + Dy + Ex + F = 0$$

l'équation de la conique directrice et

$$F(x,y) = 0$$

celle de la courbe S, la tangente A à cette dernière courbe au point (x,y), sera représentée par l'équation

$$(1) \qquad (X - x)F'_x + (Y - y)F'_y = 0;$$

d'un autre côté, x_1, y_1 désignant les coordonnées du point a' de la courbe S', la polaire de ce point, par rapport à la conique $f(x,y) = 0$, sera

$$(2) \qquad x_1 f'_X + y_1 f'_Y + DX + EY + 2F = 0.$$

En idendifiant les équations (1) et (2), ordonnées par rapport à x et à y on aura deux équations entre x, y, x_1 et y_1, et si entre ces équations et $F(x,y) = 0$ on élimine x et y, on aura en x_1 et y_1 l'équation de la courbe cherchée S'.

Les degrés de deux courbes polaires réciproques sont intimement liés l'un à l'autre : si m est celui de S, $m(m-1)$ sera celui de S'. En effet, aux tangentes à S concourant en un même point, correspondent des points de S' situés en ligne droite, de sorte qu'autant on peut mener de tangentes à S, d'un point choisi à volonté, autant on peut trouver de points en ligne droite sur S'. Or, on sait qu'on peut, en général, mener d'un point extérieur à une courbe de degré m, $m(m-1)$ tangentes; la polaire réciproque de cette courbe de degré m est donc coupée,

en général, en $m(m-1)$ points par une droite quelconque, par conséquent, son degré est généralement $m(m-1)$. Toutefois, quel que soit son degré, elle est toujours constituée de façon que d'un point extérieur on ne puisse lui mener que m tangentes au plus, sans quoi la proposée aurait plus de m points en ligne droite.

La possibilité de la réciprocité entre deux courbes de degrés différents tient ici essentiellement à ce que les tangentes communes à deux branches de l'une des polaires réciproques, correspondent à des points doubles dans l'autre. Au reste, les conjuguées d'une courbe de degré m sont aussi de degré $m(m-1)$ et cependant la courbe et une quelconque de ses conjuguées sont réciproques; la réciprocité qui existe entre deux courbes polaires réciproques, quoiqu'elles soient en général de degrés différents, ne constitue donc même pas un fait exceptionnel.

A la valeur 2 de m correspond la même valeur 2 pour $m(m-1)$; la polaire réciproque d'une conique est donc une autre conique. L'espèce de la seconde courbe S′ dépend de la position du centre de la directrice par rapport à la première S : si le centre de la directrice est en dehors de la courbe S, on peut de ce centre mener deux tangentes à la courbe S, les pôles de ces deux tangentes sont à l'infini, la courbe S′ a donc deux directions asymptotiques, c'est une hyperbole; si le centre de la directrice appartient à la courbe S, on ne peut mener de ce centre qu'une tangente à cette courbe S, la courbe S′ n'a donc de points à l'infini que dans une seule direction, c'est une parabole. Enfin, si le centre de la directrice est intérieur à la courbe S, toutes les tangentes à cette courbe S ont leurs pôles à distances finies, la courbe S′ est donc une ellipse.

La théorie des polaires réciproques permet de trouver un corrélatif à un théorème déjà connu, et, ainsi, de doubler l'étendue des connaissances acquises, lorsque, du moins, ce théorème connu ne concerne que des relations de position. C'est ainsi, par exemple, que le théorème de Pascal sur l'hexagone inscrit à une conique, a pour corrélatif le théorème de Brianchon sur l'hexagone circonscrit.

Cependant Poncelet a réussi, dans une certaine mesure, à donner les moyens de passer des relations angulaires relatives à l'une des courbes, à celles qui conviendraient à sa polaire réciproque.

Cette théorie s'étend sans difficulté aux figures de l'espace, en prenant pour directrice une surface du second degré : à chaque point de l'une des figures il correspond alors un plan dans l'autre figure, à une droite de l'une des figures, il correspond, dans l'autre, une infinité de plans passant par une même droite et les deux droites sont réciproquement polaires l'une de l'autre, chacune d'elles étant à la fois le lieu des pôles des plans passant par l'autre et l'intersection commune des plans polaires des points de l'autre. A une courbe à double courbure de l'une des figures il correspond dans l'autre une infinité de plans tangents à une surface développable, et l'arête de rebroussement de cette surface est la polaire réciproque de la première courbe. Enfin, à une surface de l'une des figures il correspond dans l'autre une infinité de plans enveloppant une autre surface, polaire réciproque de la première.

Théorie des figures homologiques.

Poncelet a nommé homologiques deux figures telles que les points correspondants de l'une et de l'autre soient deux à deux sur des droites concourant en un point unique, et que les droites joignant deux points de l'une et les deux points correspondants de l'autre aillent se croiser sur une droite unique, si les figures sont planes, ou sur un même plan, si les figures sont quelconques; les points qui se correspondent deux à deux sont dits homologues. Le point unique vers lequel convergent les droites qui joignent deux points homologues quelconques de l'une et l'autre figure est le centre d'homologie des deux figures, et la droite ou le plan aux différents points desquels vont converger les droites homologues prennent les noms d'axe ou de plan d'homologie.

L'heureuse pensée d'étudier les relations mutuelles de deux figures homologiques, paraît avoir été suggérée à Poncelet par les propriétés élémentaires du système de deux cercles, relativement à leurs centres de similitude et à leurs cordes communes. Quel que soit celui des deux centres de similitude de deux cercles que l'on considère, si l'on prend un point quelconque sur l'une des deux circonférences et qu'on le joigne au centre de similitude choisi, la droite ainsi menée coupera l'autre circonférence en deux points, dont l'un sera l'homologue direct du point choisi sur la première circonférence, et dont l'autre pourra en être appelé l'homologue inverse; or, si l'on joint deux points quelconques de l'une des circonférences et leurs homologues directs sur l'autre, les droites ainsi menées, qui seront dites homologues directes, seront parallèles; elles iront se couper sur

la droite rejetée à l'infini, que l'on peut imaginer passant par les points imaginaires conjugués, communs aux deux circonférences à l'infini; si, au contraire, on joint deux points quelconques de l'une des circonférences et leurs homologues inverses sur l'autre, les deux droites ainsi menées, qui seront homologues inverses iront se couper sur l'axe radical des deux cercles, c'est-à-dire sur la corde commune à ces deux cercles, située à une distance finie. Le rapprochement établi par cette remarque entre les points homologues directs, tels qu'on les considère dans la théorie élémentaire de la similitude, et les points homologues inverses, justifie d'abord la conception de la notion de similitude inverse, par rapport au système de deux cercles, et conduit ensuite naturellement à la notion plus générale des figures homologiques de nature quelconque.

D'ailleurs, deux coniques quelconques, tracées sur un même plan, peuvent toujours être considérées comme les perspectives de deux circonférences tracées dans un autre plan et vues d'un même point; dans ce mode de projection, les centres de similitude des deux circonférences se transforment dans les points de concours des tangentes communes aux deux coniques, et les cordes communes aux deux circonférences en des cordes communes aux deux coniques; mais un grand nombre de propriétés, nommées pour cela *projectives*, devaient se conserver en passant de la figure formée par les deux circonférences à sa perspective formée des deux coniques; on pouvait donc prévoir que le système de deux coniques quelconques tracées dans un même plan jouirait d'un grand nombre de propriétés curieuses, par rapport aux points de concours de leurs tangentes communes et à leurs cordes communes. Ce seraient ces vues générales préliminaires qui au-

raient amené Poncelet à fonder la théorie nouvelle des figures homologiques.

Pour pouvoir en apprécier tout d'abord d'une manière générale l'importance et l'étendue, nous essayerons de nous rendre compte de la nature de la transformation analytique qui permettrait de passer d'une courbe algébrique à l'une de celles qui lui seront homologiques.

Soient $f(x, y) = 0$ une courbe donnée, (x_0, y_0) un point fixe de cette courbe, (x'_0, y'_0) son homologue, α et β les coordonnées du centre d'homologie, enfin $mx + ny + p = 0$ l'équation de l'axe d'homologie. Si x' et y' désignent les coordonnées du point de la courbe dérivée qui correspond au point quelconque (x, y) de la courbe primitive, d'une part, les deux points homologues (x, y), (x', y') devant être en ligne droite avec le centre d'homologie, on devra avoir

$$(1) \qquad \frac{x-\alpha}{x'-\alpha} = \frac{y-\beta}{y'-\beta};$$

de l'autre, les droites menées entre les points (x, y), (x_0, y_0) et (x', y'), (x'_0, y'_0) devant aller concourir sur la droite

$$mx + ny + p = 0,$$

l'équation $mX + nY + p = 0$ devra être une conséquence des deux équations

$$\frac{X - x_0}{x - x_0} = \frac{Y - y_0}{y - y_0}$$

et

$$\frac{X - x_0}{x' - x_0} = \frac{Y - y'_0}{y' - y_0},$$

c'est-à-dire qu'elle devra pouvoir s'identifier avec

$$\frac{X - x_0}{x - x_0} - \frac{Y - y_0}{y - y_0} + \lambda\left(\frac{X - x'_0}{x' - x'_0} - \frac{Y - y'_0}{y' - y'_0}\right) = 0.$$

On devra donc avoir

$$(2)\qquad \frac{m}{\dfrac{1}{x-x_0}+\dfrac{\lambda}{x'-x'_0}}=\frac{n}{\dfrac{1}{y-y_0}+\dfrac{\lambda}{y'-y'_0}}$$

$$=\frac{p}{\dfrac{-x_0}{x-x_0}+\dfrac{y_0}{y-y_0}+\lambda\left(\dfrac{-x'_0}{x'-x'_0}+\dfrac{y'^0}{y'-y'^0}\right)}.$$

L'équation de la courbe transformée s'obtiendra en éliminant x, y et λ entre l'équation de la courbe primitive $f(x,y)=0$, l'équation (1) et les deux équations (2),

Pour faire cette élimination, on pourrait égaler à une nouvelle indéterminée $\frac{1}{\mu}$ chacun des rapports qui entrent dans l'équation (2); on aurait ainsi

$$\frac{x-\alpha}{x'-\alpha}=\frac{y-\beta}{y'-\beta},$$

$$\frac{1}{x-x_0}+\frac{\lambda}{x'-x'_0}=\mu m,$$

$$\frac{1}{y-y_0}+\frac{\lambda}{y'-y'_0}=-\mu n,$$

$$\frac{-x_0}{x-x_0}+\frac{y_0}{y-y_0}+\lambda\left(\frac{-x'_0}{x'-x'_0}+\frac{y'_0}{y'-y'_0}\right)=\mu p;$$

mais il vaudra mieux, pour simplifier, supposer qu'on ait pris la droite donnée pour axe des y; m et p seront alors nuls; la troisième équation, qui seule contiendra μ, pourra être supprimée, et il restera seulement

$$\frac{x-\alpha}{x'-\alpha}=\frac{y-\beta}{y'-\beta},\quad \frac{1}{y-y_0}+\frac{\lambda}{y'-y'_0}=0$$

et

$$\frac{-x_0}{x-x_0}+\frac{y_0}{y-y_0}+\lambda\left(\frac{-x'_0}{x'-x'_0}+\frac{y'_0}{y'-y'_0}\right)=0;$$

en éliminant λ entre ces deux dernières, il viendra

$$\frac{-x_0}{x-x_0}+\frac{y_0}{y-y_0}-\frac{y'-y'_0}{y-y_0}\left(\frac{-x'_0}{x'-x'_0}+\frac{y'_0}{y'-y'_0}\right)=0;$$

ou plus simplement

$$-x_0(y-y_0)+\left(y_0-y'_0+x'_0\frac{y'-y'_0}{x'-x'_0}\right)(x-x_0)=0,$$

ou encore

$$\begin{aligned}&-x_0(x'-x'_0)(y-y_0)\\&+[(y_0-y'_0)(x'-x'_0)+x'_0(y'-y'_0)](x-x_0)=0,\end{aligned}$$

équation qu'il faudra joindre à

$$\frac{x-\alpha}{x'-\alpha}=\frac{y-\beta}{y'-\beta},$$

c'est-à-dire

$$(x-\alpha)(y'-\beta)-(y-\beta)(x'-\alpha)=0,$$

ou

$$\begin{aligned}&(x-x_0)(y'-\beta)-(y-y_0)(x'-\alpha),\\=\;&(\alpha-x_0)(y'-\beta)-(\beta-y_0)(x'-\alpha).\end{aligned}$$

Il est visible maintenant qu'on trouvera pour x et y en x' et y' des valeurs de la forme

$$x=\frac{rx'+sy'-t}{ux'+vy'+w}\quad\text{et}\quad y=\frac{r_1x'+s_1y'+t_1}{ux'+vy'+w};$$

par conséquent, la courbe proposée et la courbe transformée seront toujours de même degré.

On démontrerait absolument de la même manière que deux surfaces homologiques l'une de l'autre sont pareillement de même degré.

Nous avons, pour simplifier les calculs, supposé qu'on ait pris pour axe des y l'axe d'homologie; mais il est évident que si les axes de coordonnées étaient imposés d'avance, les formules de transformation n'en resteraient pas moins de la forme de celles que nous avons trouvées, puisqu'elles se déduiraient de celles-ci en remplaçant séparément x et y, x' et y' par d'autres formules linéaires, les unes en x et y, et les autres en x' et y', x, y, désignant généralement les coordonnées d'un point rapporté aux axes imposés.

Remarquons, au reste, que des neuf coefficients r, s, t, r_1, s_1, t_1, u, v, w qui entreraient dans les formules les plus générales du genre de celles auxquelles nous venons de parvenir, il y en aurait huit seulement d'arbitraires, puisqu'on pourrait toujours supposer égal à 1 l'un des trois coefficients u, v, w; d'un autre côté, la transformation par homologie dépend de six indéterminées seulement, qui sont les coordonnées α et β du centre d'homologie, les deux constantes qui déterminent la position de l'axe d'homologie, enfin les coordonnées du point (x'_0, y'_0); car dès que ce point est choisi, le point (x_0, y_0), qui appartient à la courbe donnée, est déterminé. Par conséquent, la transformation par homologie n'est pas la plus générale de celles qui se feraient par l'usage de formules telles que

$$x = \frac{rx' + sy' + t}{ux' + vy' + w}, \quad y = \frac{r_1 x' + s_1 y' + t_1}{ux' + vy' + w}.$$

On voit bien, par ce qui précède, comment on construirait par

points la courbe homologique d'une courbe donnée, dès qu'on aurait les données suffisantes pour le faire, c'est-à-dire le centre et l'axe d'homologie, ainsi qu'un point de la courbe cherchée et son correspondant sur la courbe donnée; on voit aussi comment on trouverait l'équation de la courbe dérivée. Mais il reste un point à éclaircir, pour rendre complètement nette la notion des courbes homologiques. Il est indispensable de faire voir que, si la seconde courbe étant construite, au moyen des données primitives, on venait, sans changer ni le centre ni l'axe d'homologie, à prendre sur cette seconde courbe un point quelconque, pour le substituer au premier point donné de cette courbe, en substituant, bien entendu, en même temps, au premier point de la première courbe l'homologue du point pris arbitrairement sur la seconde, et que l'on recommençât, soit les constructions, soit les calculs, on retomberait toujours sur la même courbe dérivée.

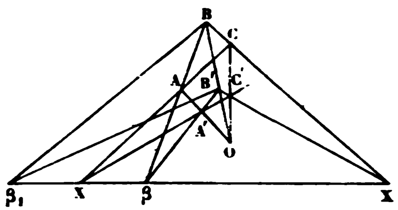
Cela revient évidemment à démontrer que si l'on a construit deux points de la seconde courbe, correspondants à deux points quelconques de la première, au moyen des deux points donnés sur l'une et l'autre, les deux droites qui joindront entre eux les deux points construits de la seconde courbe, d'une part, et leurs homologues sur la première, de l'autre, iront bien se couper sur l'axe d'homologie.

Ainsi soient O le centre d'homologie, XX l'axe d'homologie, A′ le point de la seconde courbe, choisi à volonté, A son homologue sur la première courbe, B, C deux points de la première courbe, et B′, C′ leurs homologues sur la seconde, il s'agit de faire voir que BC et B′C′ iront converger sur XX.

Or, si, la figure une fois construite, on la met en perspective sur un plan quelconque, de telle sorte que la droite XX de-

vienne X_1X_1 et que le point O se projette en O_1, les projections de B′ et C′ se construiront dans le plan de projection au moyen de X_1X_1, O_1 et des projections de A, A′, B et C par les mêmes règles qui avaient servi à trouver B′ et C′ au moyen de XX, O, A′, B et C. Et si les droites BC, B′C′ ne concouraient pas sur XX, leurs perspectives ne concouraient pas sur X_1X_1, et réciproquement. Or, il est facile de trouver un mode de projection

Fig. 4



dans lequel les projections de BC et B′C′ concourent sur la même droite que les projections de AB et A′B′, d'une part, AC et A′C′, de l'autre. En effet, que l'on fasse une projection dans laquelle la droite XX s'en aille à l'infini, les projections des triangles ABC, A′B′C′ seront deux triangles semblables et semblablement placés par rapport à la projection de O, BC et B′C′ seront donc parallèles, c'est-à-dire iront se couper sur la droite
oncours des projections de AB et A′B′, d'une part, AC et
autre, ces projections étant devenues elles-mêmes deux
llèles. Les deux figures élémentaires, et par suite les
es, seront alors semblables et semblablement placées.
ints des deux courbes, dans la nouvelle figure, jouis-
iquement des mêmes propriétés, il fallait bien qu'ils
hanger dans l'ancienne.

Cela posé, nous indiquerons d'abord brièvement les relations les plus générales de deux courbes homologiques.

On a vu déjà comment le centre O et l'axe XX d'homologie étant donnés, ainsi qu'un point A′ de la seconde courbe, correspondant à un point A de la première, on peut construire cette seconde courbe par points avec la règle seulement : pour avoir le point B′ correspondant au point B, on mène BA, qu'on prolonge jusqu'à sa rencontre β avec XX, on joint βA′, et OB, le point de rencontre de ces deux droites est B′. Si l'on veut avoir la tangente en B′, à la courbe dérivée, on n'aura qu'à mener la tangente en B à la courbe donnée et à joindre son pied β_1, sur XX avec B′, car les deux tangentes en B et B′ étant deux lignes homologues doivent concourir en un point de l'axe. Si l'on veut obtenir les points d'intersection de la courbe dérivée avec une droite donnée, on construira l'homologue de cette droite, laquelle coupera la courbe donnée en certains points, les rayons menés de ces points au centre couperont la droite donnée aux points cherchés, etc.

Mais il est surtout important de remarquer : 1° que les tangentes menées du centre à l'une des courbes seront aussi tangentes à l'autre; cette remarque fournira, en effet, un moyen simple de construire le centre d'homologie d'un système de deux courbes homologiques données sur un même plan; 2° que l'axe d'homologie sera toujours une corde commune réelle ou idéale des deux courbes homologiques; ce qui permettra le plus souvent de construire cet axe.

Remarquons, enfin, qu'on pourra choisir d'une infinité de manières les éléments propres à définir la courbe dérivée au moyen de celle qui sera donnée : au lieu du groupe de données que nous avons supposées jusqu'ici, on pourra, par exemple, se

donner à volonté deux points de la seconde courbe comme devant être homologues de deux points donnés de la première, ce qui permettra déjà de construire le centre, et un point de l'axe, puis un troisième point de la seconde courbe, d'où l'on déduira son homologue dans la première, et, par suite, un autre point de l'axe; on pourra aussi se donner deux droites homologues de deux autres, ce qui permettra de construire l'axe, et une droite passant par le centre, puis deux points homologues, ce qui donnera une autre droite passant aussi par le centre, etc.

Ces principes généraux étant établis nous allons examiner les plus intéressantes des questions spéciales qui se rapportent au système de deux coniques considérées comme homologiques. Deux coniques tracées à volonté dans un même plan seront toujours homologiques, puisqu'elles pourront être considérées comme les perspectives de deux circonférences de cercles tracées dans un autre plan; elles auront pour centres d'homologie les points de concours de leurs tangentes communes, et pour axes d'homologie leurs cordes communes effectives ou idéales, mais réelles. Ces cordes communes sont au nombre de deux seulement dans le cas général, et par conséquent les centres d'homologie correspondants seront aussi au nombre de deux.

La question générale qui va nous occuper sera de déterminer la conique homologique d'une conique donnée, au moyen de conditions suffisantes pour la construire. Cette question peut se résoudre linéairement dans les cas suivants : 1° on se donne le centre et l'axe d'homologie avec un point ou une tangente de la conique cherchée; 2° on se donne le centre d'homologie ou l'axe d'homologie avec trois points, ou trois tangentes, ou deux points et une tangente, ou deux tangentes et un point de la conique

cherchée; 3° on se donne ou les deux centres d'homologie ou les deux axes d'homologie avec un point ou une tangente de la conique cherchée.

Nous allons examiner quelques-uns des cas particuliers de ce problème général, dans le but seulement, bien entendu, d'indiquer la méthode.

Premier cas. — Connaissant le centre ainsi que l'axe d'homologie et un point de la conique non décrite, construire cette conique. Si l'on joint le centre au point donné, cette droite ira couper la conique donnée en deux points qui pourront être aussi bien l'un que l'autre considérés comme les homologues du point donné : en prenant successivement l'un et l'autre, et effectuant simplement les constructions indiquées plus haut dans les explications générales relatives à la définition de l'homologie, on obtiendra sans difficulté les deux coniques répondant à la question.

Deuxième cas. — On donne le centre et l'axe d'homologie avec une tangente à la courbe non décrite. Si l'on prolonge la tangente donnée jusqu'à sa rencontre avec l'axe d'homologie, et que par son pied sur cet axe on mène les deux tangentes à la courbe donnée, l'une ou l'autre pourra être considérée comme l'homologue de la tangente donnée. En faisant choix de l'une et joignant au centre le point où elle touche la courbe donnée, ce rayon coupera la tangente donnée au point de contact de cette tangente avec la courbe cherchée. On sera donc ramené au cas précédent. Le problème comportera encore deux solutions.

Troisième cas. — On donne le centre d'homologie et trois points de la courbe non décrite. En joignant les trois points donnés au centre et prolongeant chaque rayon jusqu'à ses deux rencontres avec la courbe donnée, on aura six points détermi-

nant huit triangles qui pourront être considérés comme les homologues du triangle donné. On aura huit axes d'homologie, mais qui seront conjugués deux à deux par rapport au centre d'homologie donné ; on ne trouvera donc que quatre coniques distinctes répondant à la question.

Quatrième cas. — Connaissant le centre d'homologie et trois tangentes à la conique non décrite, construire cette conique. Les sommets du triangle formé par les tangentes données auront pour homologues des points situés sur les rayons correspondants. La question sera donc ramenée à circonscrire à la conique donnée un triangle dont les trois sommets soient sur trois droites données, problème qu'on sait résoudre.

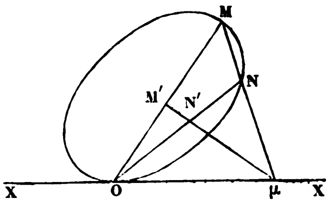
Cinquième cas. — On se donne le centre d'homologie avec deux points et une tangente à la courbe non décrite. En joignant au centre les deux points donnés et prolongeant ces droites jusqu'à la conique donnée, on aura les homologues des points donnés. La droite qui les joindra sera l'homologue de celle qui passe par les deux points donnés, et le point de rencontre de ces deux droites sera un point de l'axe d'homologie. D'un autre côté, en prolongeant jusqu'à leur rencontre la tangente donnée et la droite qui joint les points donnés, projetant le point de rencontre sur la corde homologue de la corde donnée, menant par le point obtenu une tangente à la conique donnée, et prolongeant les deux tangentes homologues jusqu'à leur intersection, on aura un second point de l'axe d'homologie, etc.

La même théorie fournit encore très simplement les moyens de construire, à l'aide d'autres données suffisantes, la conique ayant avec une conique donnée en un point donné un contact du premier, du second ou du troisième ordre. Par exemple, si

l'on veut construire la conique ayant avec une conique donnée quatre points confondus en un seul donné, ce point donné sera le centre d'homologie, puisque ce sera le point de rencontre de deux tangentes communes. D'un autre côté, la tangente en ce même point sera l'axe d'homologie, puisque ce sera une sécante commune aux deux coniques. On construira donc très aisément la conique cherchée en s'en donnant un point à volonté.

Soient O le point donnée sur la conique donnée, XX la tangente en ce point, et M′ un point donné de la conique cherchée : l'homologue de M′ sera en M; si on mène la corde quelconque MN μ, on aura l'homologue N′ de N par l'intersection de M′ μ avec ON.

Fig. 5.



Mais la théorie de l'homologie offre surtout de précieux avantages dans toutes les circonstances où il s'agit de construire une conique au moyen de certaines données. Il suffit pour cela de tracer sur le plan de cette conique un cercle qui lui soit homologique par rapport à un axe et à un centre que l'on puisse déterminer. Supposons, par exemple, qu'on donne cinq points d'une conique A, B, C, D, E, en faisant passer une circonférence de cercle par les trois points, A, B, C, on pourra considérer le point A comme le centre d'homologie, puisque ce sera le point

de concours de deux rayons menés par des points homologues. Pour avoir l'axe d'homologie correspondant, comme il devra passer par B ou par C, par B par exemple, il suffira de joindre le point B au point de rencontre de DE et de son homologue D'E', dont on obtiendra les points D' et L', par les intersections de AD et AE avec le cercle.

Poncelet a étendu les théories précédentes aux surfaces, principalement du second ordre.

Chasles a repris la théorie de l'homologie dans le mémoire qu'il a publié à la suite de son *Aperçu historique*. Il a fait voir que « dans deux figures homologiques, le rapport des distances de deux points homologiques au centre d'homologie est au rapport des distances de ces deux points au plan d'homologie dans une raison constante. » C'est une traduction analytique de la définition géométrique de deux figures homologiques. Il a déduit de cette nouvelle manière de considérer l'homologie un grand nombre de théorèmes généraux, parmi lesquels nous citerons les suivants :

Si l'on a deux surfaces géométriques homologiques et que, par une droite prise arbitrairement dans un plan fixe, on mène les plans tangents à la première surface, puis qu'on fasse le rapport des distances de chaque point de contact au centre d'homologie et au point fixe, et qu'on divise ce rapport par celui des distances du point homologue dans la seconde surface au même point et à un plan mené arbitrairement dans l'espace, la somme de tous les quotients ainsi formés sera constante.

Quand deux surfaces géométriques sont homologiques, si par une droite, prise dans un plan fixe, on mène les plans tangents à la première; qu'on fasse le rapport des distances de chaque

point de contact au centre d'homologie et au plan fixe, puis le quotient de ce rapport, divisé par la distance du point homologue dans la seconde surface, au centre d'homologie, la somme de tous ces quotients sera constante, quelle que soit, dans le plan fixe, la droite par laquelle on aura mené les plans tangents.

Quand deux surfaces géométriques sont homologiques, si l'on mène à la première tous les plans tangents parallèles à un même plan quelconque, la somme des distances des points de contact au centre d'homologie, divisées respectivement par les distances des points homologues de la seconde surface au même centre d'homologie, sera constante quel que soit le plan auquel les plans tangents seront parallèles.

Homographie. — Deux figures sont liées l'une à l'autre, par la loi générale d'homographie lorsque le mode de transformation qui sert à passer de l'une à l'autre est tel, que si trois points de l'une sont en ligne droite, les points correspondants de l'autre le sont aussi et réciproquement. Tous les modes de transformation qui satisfont à cette condition sont des modes de transformation homographiques.

Cette condition en comporte évidemment un grand nombre d'autres, toutes caractéristiques, et qui font de l'homographie une loi de dépendance assez restreinte pour pouvoir donner lieu à une théorie spéciale. Ainsi deux figures homographiques seront nécessairement telles qu'à toute droite et à tout plan de l'une correspondront une droite et un plan dans l'autre; qu'à une section plane dans l'une des figures correspondra une section plane dans l'autre; que les courbes ou les surfaces qui se correspondront dans les deux figures seront de mêmes degrés respectivement, car elles seront coupées dans les mêmes nombres

de points par les droites qui se correspondront; que les cordes, les tangentes, les plans tangents, dans l'une des figures seront représentés dans l'autre par des cordes, des tangentes et des plans tangents, etc.

Cela posé, on peut se demander quelle sera la formule analytique de la transformation la plus générale satisfaisant à la condition caractéristique qui définit l'homographie.

Soient x, y, z les coordonnées d'un point quelconque de la première figure et x', y, z' celles du point correspondant de la seconde; on voit d'abord que si l'on établit entre ces coordonnées des relations telles que

$$x = \frac{M}{R}, \quad y = \frac{N}{R}, \quad z = \frac{P}{R}$$

où M, N, P et R désignent quatre fonctions linéaires de $x', y' z'$, les équations de deux surfaces qui se correspondront dans les deux figures, seront de même degré, de sorte que les plans de la première correspondront à des plans dans la seconde, et que, par suite, les droites, dans la première, correspondront à des droites dans la seconde.

Mais il est aisé de voir, de plus, que les formules précédentes sont bien les plus générales qui puissent traduire une transformation homographique; car il pourrait bien arriver accidentellement qu'une surface donnée se transformât en une autre de même degré, par des formules ne rentrant pas dans le type précédent, mais il est évident que cela n'arriverait que pour quelques surfaces. Il suffit, au reste, de considérer ce que deviendrait l'équation d'un plan quelconque, pour toute transformation ne rentrant pas dans le type indiqué, pour s'assurer que ce type est

bien le plus général qui puisse se rapporter à une transformation homographique.

Cela posé, on remarquera d'abord que chacune des fonctions linéaires M, N, P, R contenant quatre coefficients, mais l'un des seize pouvant être pris à volonté, la transformation homographique la plus générale dépend en définitive du choix de quinze constantes. On peut juger par là de la variété des transformations renfermées dans le genre caractérisé par l'homographie. Ainsi la transformation similaire avec déplacement du centre de similitude et rotation du système autour d'un axe quelconque, transformation qui rentre dans le genre homographique, ne dépendrait que de sept constantes arbitraires, et ne constituerait, par conséquent, qu'un cas très particulier de transformation homographique.

On peut énoncer d'une autre manière ce qui vient d'être dit : Pour définir complètement une transformation homographique, on peut choisir à volonté cinq points de la première figure et se donner à volonté les cinq points correspondants de la seconde. Ce sera, en effet, se donner quinze arbitraires d'où résulteront les valeurs des quinze coefficients entrant dans les quatre fonctions M, N, P, R.

Mais si, au lieu de chercher à obtenir les formules de la transformation définie par le choix des cinq couples de points se correspondant, on veut obtenir un moyen de construire un sixième point de la seconde figure correspondant à un sixième point choisi à volonté dans la première, on le pourrait aisément à l'aide de l'un des principes suivants, qui se déduisent de la loi générale d'homographie : Dans deux figures homographiques, le rapport des distances d'un plan quelconque de la première

à deux points fixes de cette figure est, au rapport des distances du plan homologue, dans la seconde figure, aux deux points fixes qui correspondent à ceux de la première figure, dans une raison donnée; dans deux figures homographiques, le rapport des distances d'un point quelconque de la première à deux plans fixes appartenant à cette première figure est, au rapport des distances du point homologue, dans la seconde figure, aux deux plans fixes qui correspondent aux deux premiers, dans une raison constante.

Soient a, b, c, d, e, les cinq points choisis dans la première figure, et a', b', c', d', e', les cinq points correspondants de la seconde; puis soit m le sixième point donné de la première figure, et m' son correspondant inconnu dans la seconde : si l'on mène, par exemple, le plan mab, auquel devra correspondre le plan $m'a'b'$, ce plan mab coupera cd, par exemple, en un point α, dont on pourra déterminer par l'une des règles précédentes le correspondant α' dans l'autre figure, et le plan $a'b'\alpha$ devra contenir le point m', que l'on achèvera de déterminer en construisant de même les plans correspondants à mac et mbc, par exemple.

La théorie de l'homographie a été constituée par Chasles en vue de généraliser les recherches de Poncelet sur les figures homologiques. La relation d'homologie rentre en effet dans celle d'homographie.

Nous avons cru de notre devoir d'historien de rendre succinctement compte des théories précédentes; mais nous ne pouvons nous défendre d'exprimer notre pensée intime qu'on a peut-être beaucoup exagéré l'importance de toutes ces méthodes de transformation dont les géomètres du siècle actuel ont fait l'objet

principal de leurs études et qui, en définitive, ne les ont guère conduits qu'à multiplier, sans presque aucun profit réel, les théorèmes relatifs aux coniques.

Nous remarquerons, au reste, qu'une méthode pour trouver des corrélatifs de théorèmes connus, quelque intéressante qu'elle soit, ne correspond généralement pas à un besoin réel; parce que, dans la pratique, la question n'est pas de trouver de nouveaux théorèmes, mais de découvrir ceux dont on a besoin pour la recherche à laquelle on se livre.

Le goût des petites découvertes facilement accumulables ne pourrait pas, croyons-nous, se substituer longtemps encore à la préoccupation des grandes questions pendantes, sans amener une décadence rapide.

Poncelet a bien fait d'inventer ses méthodes de transformation et encore mieux fait de ne pas en multiplier les applications; Chasles aurait pu se dispenser de réinventer les méthodes de Poncelet et il aurait surtout dû s'abstenir d'en tirer des monceaux de théorèmes que la postérité laissera dormir sous la poussière.

APPENDICE

SUR L'INVENTION DES CHEMINS DE FER.

Nous réunissons ici les biographies des deux Stephenson, George et Robert, qui, d'après les dates de naissance des deux illustres ingénieurs, auraient dû appartenir, l'une à la quinzième période et l'autre à la dix-septième, mais que nous ne pouvions pas séparer.

STEPHENSON (GEORGE)

(Né à Wylam en 1781, mort à Tapton en 1848.)

Son père était chauffeur et attaché à la pompe à feu d'une houillère. D'abord chargé de garder des vaches, puis, à quatorze ans, admis, comme aide-chauffeur, auprès de son père, il n'avait encore, à dix-sept ans, reçu aucune instruction, lorsqu'ayant réussi, lui-même, à se rendre compte du fonctionnement de la machine à laquelle il était attaché, il eut le bon esprit de suivre l'école de son village pour y apprendre à lire, à écrire et à compter.

Il obtint peu de temps après une place de mécanicien dans une mine des environs de Newcastle et commença dès lors à se faire connaître par d'ingénieuses inventions.

Il se maria vers 1802 et eut la douleur, l'année suivante, de perdre sa femme, qui venait de lui donner un fils, Robert Stephenson.

Il n'était encore, en 1810, que simple surveillant à la houillère de Newcastle, lorsqu'ayant été appelé par hasard à réparer une machine atmosphérique de Newcomen, il s'acquitta de ce travail de façon à attirer sur lui l'attention. Il reçut pour ce succès une gratification qui lui permit de se livrer de nouveau à l'étude. Il apprit alors les Mathématiques, la Mécanique et la Chimie; après quoi il fut nommé, en 1812, ingénieur de la mine de Willington, avec des appointements de 2500 fr. Il put alors placer son fils dans un collège.

On avait déjà imaginé, dès 1804, d'employer la vapeur au transport des wagons chargés de houille, dans l'intérieur des mines; mais, jusqu'en 1814, les machines employées à cet effet étaient fixes et le tirage des wagons se faisait à l'aide de cordes ou de chaînes, sur des rails habituellement en bois.

C'est George Stephenson qui, le premier, rendit la machine mobile, c'est-à-dire créa la locomotive. Il substitua en même temps les rails en fer aux rails en bois. Peu de temps après, en 1815, il imaginait de faire sortir par la cheminée la vapeur qui avait été utilisée, de manière à augmenter le tirage et la force de la machine. Mais l'invention nouvelle restait encore bornée au transport de la houille dans l'intérieur des mines.

C'est en 1823 que le Parlement autorisa la construction du premier chemin de fer extérieur, entre Darlington et Stockton. Stephenson fut chargé de la direction des travaux et nommé ingénieur de la ligne avec 7200 fr. de traitement annuel. Ce chemin fut inauguré le 27 septembre 1825.

Les négociants de Manchester et de Liverpool avaient, dès 1815, formé le projet de réunir leurs deux villes par un chemin formé de rails en bois sur lesquels les marchandises seraient

transportées par l'intermédiaire d'une machine fixe; mais ils avaient été obligés de renoncer à leur entreprise. George Stephenson fut chargé de reprendre le projet et de l'exécuter d'après les idées qu'il avait fait prévaloir. Mais on crut devoir, avant d'exploiter cette nouvelle ligne, organiser un concours pour la construction de locomotives plus parfaites que celles que Stephenson avait employées jusque là, et ce fut encore lui qui, avec l'aide de son fils Robert, remporta le prix, qui était de 500 livres sterling. Ils nommèrent leur locomotive *la Fusée* (the Rocket). Ils avaient eu le bon esprit d'adopter l'idée des chaudières tubulaires récemment inventées par notre compatriote Seguin. Le nouveau chemin fut inauguré en 1829; il n'avait été construit que pour le transport des marchandises, mais on l'employa aussi, presque aussitôt, au transport des voyageurs.

Les magnifiques résultats obtenus par les deux Stephenson les firent bientôt appeler de tous côtés pour diriger la construction de nouvelles lignes. Ils créèrent par eux-mêmes ou par leurs élèves celles de Liverpool à Birmingham, de Scheffield à Rotterdam, de Birmingham à Derby, de Derby à Newcastle, de Manchester à Leeds, de Leeds à Bradford, de Chester à Crewe, de Manchester à Birmingham, de Maryport à Carlisle, etc., qui furent ouvertes de 1830 à 1840.

A cette dernière époque, George Stephenson se démit, en faveur de son fils et de quelques-uns de ses élèves, des fonctions qu'il avait occupées près de diverses compagnies et se retira dans son cottage de Tapton, où il s'occupa encore de diverses inventions, notamment d'un frein pour arrêter les convois.

Cependant il quitta encore sa résidence pour se rendre au

désir du roi de Belgique, qui voulait lui confier la construction des chemins de fer de ce pays.

Il visita à cette époque la France et l'Espagne; à son retour en Angleterre, il fut atteint d'une pleurésie dont il mourut.

Ses compatriotes lui ont élevé deux statues, l'une à Liverpool en 1844, l'autre, dans sa ville natale en 1862.

Un meeting international s'est réuni en 1875, à Darlington, pour fêter le cinquantième anniversaire de la création du premier chemin de fer.

STEPHENSON (ROBERT.)

(Né à Willington en 1803, mort à Londres en 1859.)

Il reçut les premiers éléments de l'instruction près d'un maître d'école de Long-Benton; son père le plaça ensuite comme externe chez un maître de pension à Newcastle; le soir, il travaillait avec son père qui l'initiait à ses recherches et à ses inventions.

Au bout de trois ans, Robert connaissait l'Arithmétique, la Géométrie, un peu d'Algèbre, la Géographie, la Cosmographie et la langue française. Un secrétaire de la Société scientifique de Newcastle, qui avait remarqué son assiduité à la salle de lecture de la Société l'avait pris en affection, lui prêtait des livres et le guidait dans ses études.

Robert quitta la pension de Newcastle en 1818, pour entrer comme sous-inspecteur à la mine où travaillait son père; il eut le bonheur de sauver la vie à son directeur, lors d'une l'explosion de feu grisou.

Son père l'envoya en 1820 à l'Université d'Édimbourg pour étudier la Physique et la Chimie et se perfectionner dans les

Mathématiques. Il revint en 1822 près de son père qui dirigeait alors à Newcastle une fabrique de machines à vapeur. Il reçut peu après l'invitation de se rendre dans l'Amérique du Sud pour y réorganiser des mines d'or et d'argent. Il revint en Angleterre en 1827, après s'être heureusement acquitté de la mission qui lui avait été confiée.

Son père, qui s'occupait alors de la construction du chemin de fer de Liverpool à Manchester, lui donna à gérer l'usine de machines à vapeur de Newcastle à laquelle Robert donna une grande extension. C'est lui qui rédigea le rapport à la suite duquel le projet de son père de substituer, sur les chemins de fer, des locomotives aux machines fixes, fut adopté par la Compagnie du chemin de Liverpool à Manchester, et il contribua pour beaucoup aux perfectionnements qui valurent à *la Fusée* le prix de 1829.

Il construisit peu de temps après une locomotive encore plus parfaite, *la Planète*, qui franchit en $2^h 39^m$ la distance de Liverpool à Manchester, en remorquant un train de marchandises considérable. Il construisit ensuite une locomotive pour chemins à courbes courtes. Enfin il imagina la coulisse qui porte son nom et dont la combinaison avec le tiroir Clapeyron réalise le progrès le plus indispensable pour la meilleure exploitation des chemins de fer et la sécurité des voyageurs, c'est-à-dire le moyen le plus simple et le plus rapide d'obtenir l'arrêt. soit aux stations, soit en marche, en cas de danger, par le renversement de la vapeur en la faisant affluer sur la face du piston que le mouvement acquis poussait vers l'une des extrémités du corps de pompe.

Il participa à la construction d'une foule de chemins de fer en

Angleterre, en Suède, en Italie, aux États-Unis et en Égypte. En même temps, il faisait accepter et réalisait son invention des ponts tubulaires. C'est lui qui construisit, à Newcastle, le viaduc de plus d'un kilomètre qui traverse la Tyne sur un pont sous lequel peuvent passer les plus gros vaisseaux; le pont Victoria qui traverse la vallée de Tweed; l'immense pont Britannia qui relie l'Angleterre à l'île d'Anglesey; les deux ponts établis en Égypte, l'un sur une branche du Nil et l'autre sur le grand canal; enfin le pont Victoria sur le Saint-Laurent, au Canada.

Robert Stephenson fut nommé membre de la Chambre des Communes en 1847; il était président de la Société des ingénieurs civils d'Angleterre et membre d'un grand nombre de Sociétés scientifiques ou littéraires. Il obtint la médaille d'or à l'exposition de 1855 à Paris.

Il avait épousé, en 1829, la fille de John Sanderson, qu'il perdit en 1842 sans avoir eu d'enfants. Il est mort laissant une fortune de plus de 12 millions, bien qu'il se fût montré toute sa vie extrêmement généreux envers ses anciens camarades et leurs familles, ainsi qu'envers les jeunes ingénieurs ses élèves. Il disposa de ses biens en faveur de divers établissements utiles à la classe ouvrière.

Il mourut d'une maladie de foie, compliquée d'hydropisie. Il fut enterré en grande pompe dans l'église de Westminster.

Nous ajoutons à regret qu'il s'opposa autant qu'il le put au percement de l'isthme de Suez.

FIN DE LA ONZIÈME PARTIE.

TABLE ALPHABÉTIQUE.